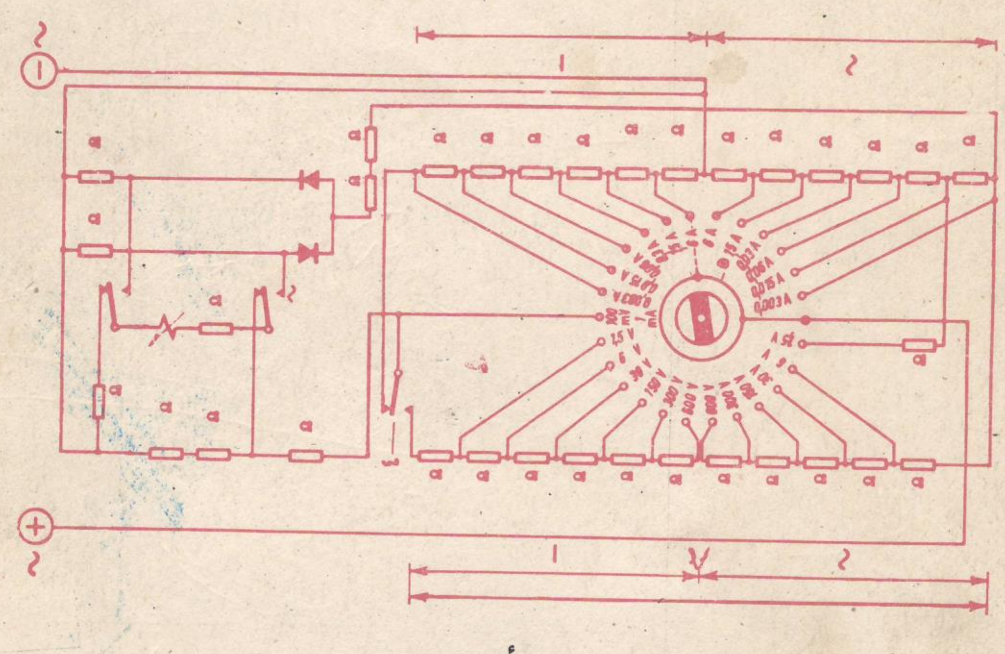
جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

أجهزة ومعدات كهربية

لطلبة الصف الثانى بالمدارس الثانوية الصناعية
نظام السنوات الثلاث
شعبة إصلاح وصيانة المعدات الكهربية



تأليف

مهندس / محمود حنوت   د . مهندس / عبد البارى مهدى   مهندس / محمد رضا بلال

مراجعة

د . مهندس / بسيونى محمد البرادعى

طبعة ١٩٩٣ - ١٩٩٤م

جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

أجهزة ومعدات كهربية

لطلبة الصف الثانى بالمدارس الثانوية الصناعية
نظام السنوات الثلاث
شعبة أصلاح وصيانة المعدات الكهربية

تأليف

مهندس / محمود حنوت — د . مهندس / عبد البارى مهدى — مهندس / محمد رضا بلال

مراجعة

د . مهندس / بسيونى محمد البرادعى

طبعة ١٩٩٣ ـ ١٩٩٤م

بسم الله الرحمن الرحيم

مقـــدمة

أصبحت القياسات الكهربائية على جانب كبير من الأهمية نتيجة للتقدم الهائل فى مختلف المجالات فأستخدام الكهرباء على نطاق واسع فى مجالات الصناعة والزراعة والنقل والطب وغيرها . يحتاج الى وسائل قياس كهربائية متطورة باستمرار .

وتتطلب اجهزة القياس دراسة كافية لمن يقوم بها حتى يكون على المام تام بأنواعها وطرق تشغيلها واختبارها .

ويحتوى هذا الكتاب لطلبة الصف الثانى شعبة اصلاح وصيانة المعدات الكهربية على بعض الاجهزة والمعدات المعينة والمساعدة التى تستخدم فى القياسات الكهربائية .

وقد راعينا عند دراسة هذه الاجهزة والمعدات ان تكون مطابقة لما هو مستعمل فى الحياة العملية مع توضيح تركيبها ونظريات التشغيل بها وطريقة توصيلها فى الدوائر الكهربائية .

ونرجو أن يوفقنا الله لخدمة اعزائنا الطلبة .

والله ولى التوفيق ،،،

المؤلفون　　　　　　　　المراجع

المنهج

الصف : الثانى

المادة : أجهزة ومعدات

الصناعة : اصلاح وصيانة المعدات الكهربية **عدد الحصص اسبوعيا :** حصة واحدة

ـ الموضوع **المحتويات** **رقم الصفحة**

١ ـ انواع اجهزة القياس من حيث البيان :

١ ـ ١ الجهاز التناظرى ـ الجهاز الرقمى ـ الفرق بينهما ٠
١ ـ ٢ التسجيل الزمنى للقراءة ٠

٢ ـ الخطأ :

٢ ـ ١ الخطأ المطلق ـ الخطأ النسبى ـ دقة الجهاز ٠
٢ ـ ٢ الرموز الدالة على دقة القراءة المدونة على الاجهزة ٠

٣ ـ آلية الحركة فى جهاز القياس :

٣ ـ ١ جهاز القياس الحرارى ـ تركيبه ـ نظرية عمله ـ التدريج ـ المميزات والعيوب ٠
٣ ـ ٢ جهاز القياس ذو القلب المتحرك ـ تركيبه ـ نظرية عمله ـ التدريج ـ المميزات والعيوب ٠
٣ ـ ٣ جهاز القياس ذو الملف المتحرك ـ تركيبه ـ نظرية عمله ـ التدريج ـ المميزات والعيوب ٠
٣ ـ ٤ الجهاز الحثى ـ تركيبه ـ نظرية عمله ـ التدريج ـ المميزات والعيوب ٠
٣ ـ ٥ جهاز القياس الاستاتيكى ـ تركيبه ـ نظرية عمله ـ التدريج ـ المميزات والعيوب ٠

الباب الرابع : الاجهزة الكهربية :

٤ ـ ١ الجلفانو متر ـ توصيله واستخدامه فى كوبرى ونيستون ٠
٤ ـ ٢ جهاز الأمبير متر ـ توصيله واستخدامه ٠
٤ ـ ٣ جهاز الفولتمتر ـ توصيله واستخدامه ٠

الباب الأول

أنواع اجهزة القياس

يهدف هذا الباب الى التعرف على :

(١ ـ ١) مقدمة عن اجهزة القياس والوحدات المستخدمة فى القياس

(١ ـ ٢) تصنيف اجهزة القياس طبقا لطرق اظهار القراءات

(١ ـ ٣) الخواص الاساسية لاجهزة القياس

(١ ـ ٤) ملخص لأهم عناصر الباب الاول

(١ ـ ٥) اسئلة للمراجعة

(١ ـ ١) مقدمة عن اجهزة القياس والوحدات المستخدمة فى القياس

من المعروف ان قياس اى كمية يعتمد أساسا على مقارنة هذه الكمية بكمية أخرى من نفس النوع وتكون مساوية لها فى المقدار٠ ويعبر عن مقدار هذا القياس برقم نسبى بالنسبة الى وحدة قياس معلومة ٠

ويفضل حاليا استخدام الوحدات الاساسية العملية الحديثة٠ الخاصة بالنظام الدولى المترى فى العلوم والصناعة والمجالات التقنيه الاخرى ٠ واتخذ المتر ـ الكيلو جرام ـ الثانية أساسا للنظام٠

وتتكون الوحدات الاساسية من ست وحدات هى :

١ ـ المتر لقياس الاطوال ٠

٢ ـ الكيلو جرام لقياس الكتلة ٠

٣ ـ الثانية لقياس الزمن ٠

٤ ـ الامبير لقياس التيار الكهربى ٠

٥ ـ الكلفن لقياس درجة الحرارة.

٦ ـ القنديلة (الشمعة) لقياس شدة الاضاءة ٠

ومن الوحدات الاساسية الست السابقة تشتق باقى الوحدات مثل :

النيوتن ، وحدة قياس القوة (النيوتن = كيلو جرام × متر / ثانية مربعة) ٠

الجول (الوات ثانية) ، وحدة قياس الطاقة (الجول = النيوتن × متر) ٠

الوات ، وحدة قياس القدرة (الوات = جول / ثانية) ٠

الكولوم ، وحدة قياس كمية الكهرباء (كولوم = امبير × ثانية) ٠

الفولت ، وحدة قياس الجهد الكهربائى (الفولت = الجول / الكولوم) ٠

الفاراد ، وحدة قياس السعة الكهربائية (الفاراد = الكولوم / الفولت) ٠

الأوم ، وحدة قياس المقاومة الكهربائية (الأوم = الفولت / الامبير) ٠

الوبر ، وحدة قياس الفيض (التدفق) المغناطيسى ٠

الهنرى ، وحدة قياس الحث الذاتى

الدرجة المئوية ، وحدة قياس فروق درجات الحرارة المئوية على اساس ان الدرجة صفر تقابل درجة الحرارة ٢٧٣,١٦ كلفن.

الليومن ، الفيض الضوئى المنبعث من مصدر ضوئى قوته قنديله واحده داخل زاوية مجسمة مقدارها الوحدة.

اللكس ، وحدة قياس شدة الاستضاءة ٠

وتخضع كل المقادير الكهربائية والمغناطيسية مثل شدة التيار والضغط والقدرة والطاقة الكهربائية والتدفق المغناطيسى وغير ذلك من المقادير للقياسات الكهربائية ٠

وتقاس بأجهزة مناسبة ويوضح الجدول الآتى بعض الكميات الكهربية ووحدة قياسها والجهاز المستخدم فى قياسها ورمزه :

الكمية الكهربية	وحدة القياس	الجهاز المستخدم	رمز الجهاز
شدة التيار	أمبير	أمبيرو متر	A
الضغط	فولت	فولتميتر	V
القدرة	وات	واتمتر	W
الطاقة	كيلووات / ساعة	جهاز قياس كيلووات / ساعة (عداد)	KWH
كمية الكهرباء	أمبير ٠ ساعة	جهاز قياس الأمبير ساعة	Ah
معامل القدرة		جهاز قياس معامل القدرة	ø
التردد	هرتز (ذبذبة / ثانية)	جهاز قياس التردد	HZ
المقاومة	أوم	أوميتر	Ω
معامل الحث	هنرى	جهاز قياس معامل الحث	H
السعة	فاراد	جهاز قياس السعة	F

بالاضافة الى هذا تتصف القياسات الكهربائية بالمقارنة مع انواع القياس الاخرى بحساسية أعلى ودقة اكبر ، كما انها تتصف بالبساطة ولهذا السبب يتم استخدامها على نطاق واسع لقياس المقادير الفيزيائية (مثل قياسات درجة الحرارة والضغط والضوء والسرعة وغيرها) ولهذا الفرض يحول المقدار غير الكهربائى المراد قياسه الى مقدار كهربائى متناسب معه بواسطة وسيلة مناسبة وبعد ذلك يقاس المقدار الكهربائى بأحد أجهزة القياس الكهربائية ومثل هذه الطرق تسمى بالقياسات الكهربائية للمقادير غير الكهربائية ٠ وباستعمال طرق القياس الكهربائى يمكننا نقل قراءات الاجهزة الى مسافات بعيدة (القياس عن بعد) وكذلك القيام بعمليات القياس فى الاماكن التى يصعب او يستحيل الوصول إليها (الأقمار الصناعية على سبيل المثال) وبواسطة القياس الكهربائى يمكننا ايضا تحقيق تأثير مباشر من جانب جهاز القياس على الآلات والاجهزة الانتاجية (التحكم الاتوماتيكى) وتنفيذ عمليات رياضية على المقادير الجارى قياسها بصورة

اتوماتيكية او تسجيل العمليات الجارى مراقبتها او غير ذلك من العمليات الاخرى · ولهذا تعتبر القياسات الكهربائية احدى اسس التحكم الاوتوماتيكى فى العمليات الصناعية·

وقد ادى تطوير آليات القياس الكهربائى بالاجهزة الالكترونية واجهزة اشباه الموصلات الى اتساع امكانيات القياس الكهربائى اتساعا كبيراً ، كما ان امكانيات التكبير جعلت اجهزة القياس جامعة الاغراض · فعلى سبيل المثال يستطيع المشتغلون بعلم الفلك قياس درجات حرارة سطوح النجوم بطرق كهربائية وبمساعدة الخلايا الضوئية ، كما يستطيع الجيولوجيون اجراء البحث عن الخامات بطرق مغناطيسية من الطائرة · اما المشتغلون بعلم الزراعة فيستطيعون تعيين احتياجات التربة لانواع الاسمدة المختلفة واختيار الانسب منها ·

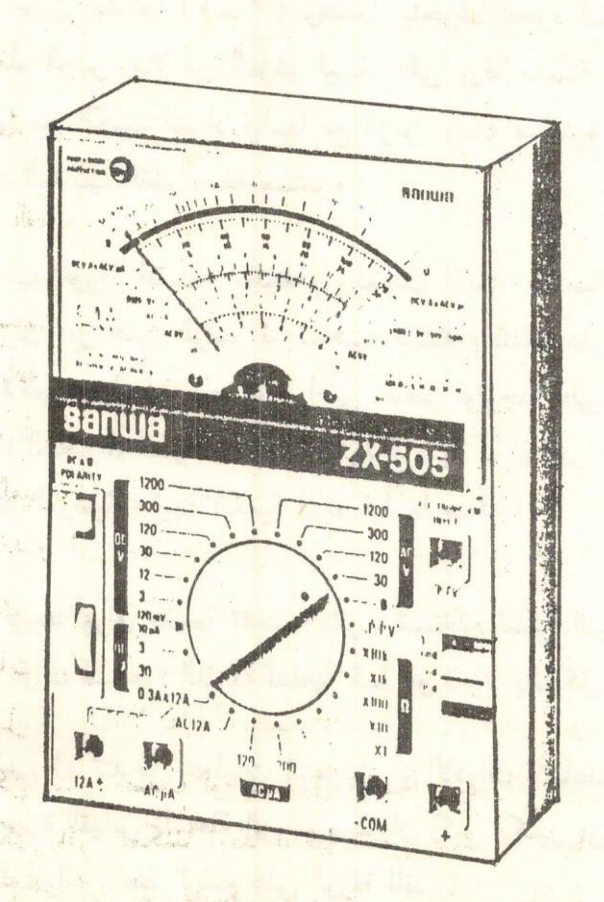
تصنيف اجهزة القياس طبقا لطرق اظهار القراءات :

يمكن تصنيف اجهزة القياس تبعا لطرق اظهار القراءات الى أربعة انواع رئيسية هى :-

١ ـ أجهزة بيان ·
٢ ـ أجهزة تسجيل ·
٣ ـ أجهزة تكامل ·
٤ ـ أجهزة رقمية ·

١ ـ أجهزة البيان :

وهى اجهزة قياس تبين او توضح قيمة الكمية المجهولة بواسطة مؤشر ، وهذا المؤشر يتحرك امام لوحة تدريج ثابتة تحت تأثير الكمية المجهولة ومثال لهذه الاجهزة الامبيرميتر والفولتمتر والاوميتر والواتمتر ... الخ وشكل (١ ـ ١) يوضح احد اجهزة البيان ·



شكل (١ ـ ١)
أحد أجهزة البيان
(الأفوميتر)

مميزات أجهزة البيان :

١ ـ بسيطة التركيب.
٢ ـ رخيصة الثمن.
٣ ـ سريعة فى تعيين الكمية المجهولة .

٢ ـ اجهزة التسجيل :

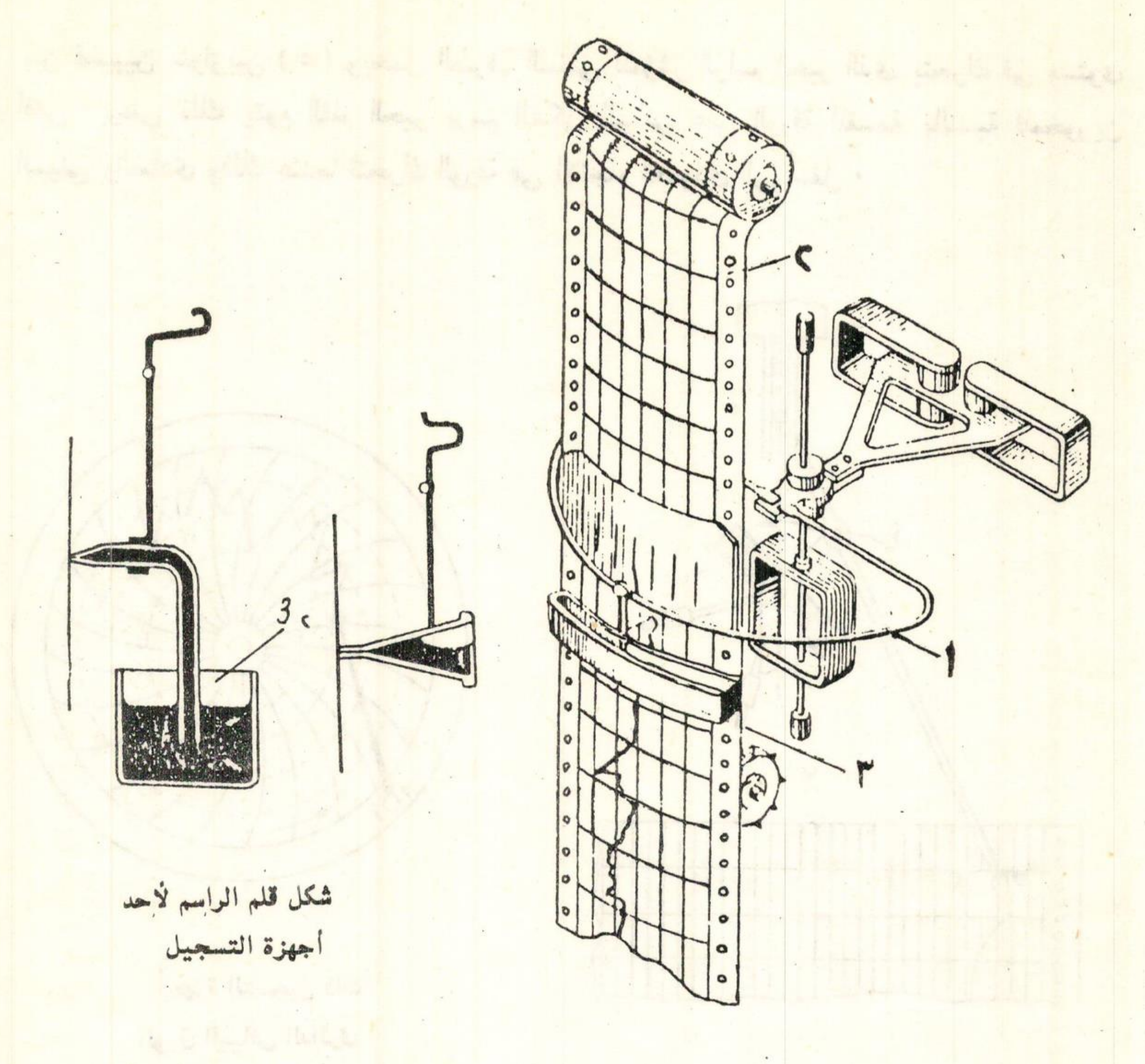
تستخدم اجهزة القياس المسجلة عند الحاجة لوجود تسجيل دائم لكيفية تغير الكمية المجهولة المراد قياسها مع الزمن ويوجد العديد من التصميمات والاجهزة التى تلائم الاغراض المختلفة فهناك انواع من الامبيرمترات والفولتميترات او الواتمترات وعدادات الطاقة مزودة بوسائل مساعدة للتسجيل .

وتتكون اجهزة القياس المسجلة من اجهزة قياس بيانية عادية ، اضيفت إليها ادوات مساعدة وملحقات تقوم بعملية التسجيل . وفيها استبدلت بالمؤشر والتدريج ذراع خفيفة تحمل الراسم كما هو مبين بشكل (١ ـ ٢) ويتكون الراسم فى معظم الاحيان من قلم حبر يملأ اتوماتيكيا ويتكون من انبوبة شعرية ، احد اطرافها مغمور فى وعاء للحبر وطرفها الآخر مثنى ومدبب على هيئة قلم كما هو مبين بشكل (١ ـ ٣) وعندما ينحرف الجزء المتحرك لجهاز القياس ليبين القيمة فأنه يدفع القلم الحبر بدلا من المؤشر ليرسم على ورقة مقسمة بشكل معين رسما بيانيا للكيفية التى تتغير بها قيم الكمية المراد قياسها مع الزمن بصفة مستمرة وتؤدى الخاصية الشعرية إلى دفع الحبر الى السن المدبب للقلم بصفة مستمره .

ولسحب الورقة المقسمة بانتظام وبمعدل ثابت بالنسبة للزمن أمام الراسم ، تلف الورقة على عمود دوران حر أعلى الراسم ثم تسحب بانتظام لتلف على عمود دوران آخر أسفل الراسم ويدار العمود الآخير بواسطة محرك تزامنى صغير وتوجد على الورقة المقسمة خطوط رأسية . تبين أحداهما (الخطوط الطولية مثلا) الفترة الزمنية المراد اجراء القياس عندها وتبين الخطوط الأخرى (الخطوط العرضية) قيمة الكمية المراد قياسها هناك .

كما توجد أوراق مقسمة تقسيما دائريا تستخدم لنفس الفرض وتتميز برخص ثمنها وقلة تكاليف تصنيع الادوات المساعدة اللازمة لدفعها كما هو مبين بالشكل رقم (١ ـ ٤) .

ويراعى الا تتدخل عمليات التسجيل أو الادوات المساعدة فى دقة أداء جهاز القياس نفسه لذلك تحتاج أجهزة القياس المسجلة إلى عزم دوران أكبر بكثير من عزم الدوران العادى للتغلب على قوى الاحتكاك الزائد ، عند الراسم على الورقة المقسمة .



شكل قلم الراسم لأحد أجهزة التسجيل

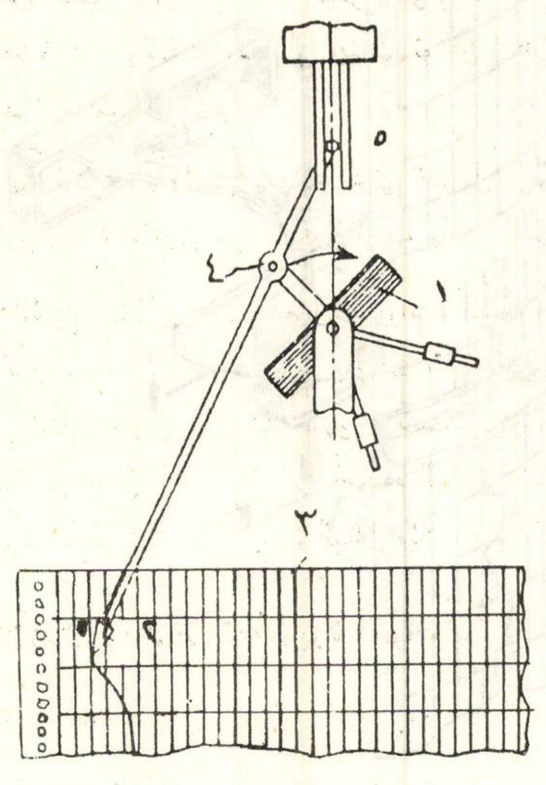
أحد أجهزة التسجيل

شكل (١ ـ ٢) (١ ـ ٣)

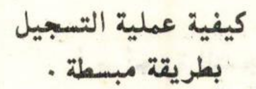
كما أن زيادة وزن الراسم عن وزن المؤشر يتطلب زيادة عزم التسكين (عزم التخميد) فى الجهاز ويستخدم فى هذه الحالة مغناطيسيان قويان بدلا من مغناطيس واحد يدور بداخلهما قرص من الألمونيوم مثبت بالجزء المتحرك . أو تستخدم أسطوانة مسدودة من أحد طرفيها ومملوءة بسائل له لزوجة مناسبة .

ويتحرك بداخل الاسطوانة كباس مثبت بالجزء المتحرك للجهاز ويبين شكل (١ ـ ٥) كيفية أجراء عملية التسجيل بطريقة مبسطة . إذ يحمل عمود دوران الجزء المتحرك فى الجهاز القياسى (١) رافعة مفصلية مركب بها المؤشر (٤) . ويتحرك الطرف العلوى للمؤشر داخل فجوة محصورة

بين قضيبين متوازيين (٥) ويحمل الطرف السفلى للمؤشر الراسم الحبر الذى يتحرك فى مستوى أفقى . وعلى ذلك يقوم القلم الحبر برسم الشكل البيانى على الورقة المقسمة بالنسبة للمحورين السينى والصادى وذلك عندما تتحرك الورقة فى الاتجاه العمودى الى أسفل .



أجهزة التسجيل ذات
الورق البيانى الدائرى


كيفية عملية التسجيل
بطريقة مبسطة .

شكل (١ ـ ٤) (١ ـ ٥)

٣ ـ أجهزة تكاملية :

وهى أجهزة تعطى مجموع الطاقة الكهربائية أو كمية الكهرباء المستهلكة خلال فترة زمنية معينة كما فى عددات الطاقة الكهربية .

وتعتبر عدادات الطاقة الكهربية من أهم الأجهزة التى يعتمد عليها عند المحاسبة على كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة وهى كما ذكرنا مثالا للأجهزة التكاملية أى أجهزة لتسجيل وتجمع (تجمل) كمية الطاقة المستهلكة فى فترة زمنية معينة وتعطى قيمتها عادة بالكيلوات ساعة .

٤ ـ أجهزة رقمية :

الأجهزة الرقمية هى أجهزة حديثة تخلو من عيوب الأجهزة المعتادة وتعطى نتيجة القياس بواسطة وحدات اظهار الكترونية وبشكل أرقام عددية يمكن قراءتها بسهولة كما فى الآلات الحاسبة أنظر شكل (١ ـ ٦) وشرح دوائر هذه الأجهزة خارج نطاق هذا الكتاب ولكن نذكر نبذة مختصرة عن وحدات الاظهار فهناك نوعان من وحدات الاظهار تستعمل على نطاق واسع فى الأجهزة الرقمية .

ـ **النوع الأول :** ويعتمد على تحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة ضوئية وفى هذا النوع تتكون وحدة الاظهار من سبعة ثنائيات باعثة للضوء كل منها يشكل خط وبحيث يشكل الرقم 8 .

ـ**النوع الثانى :** ويستعمل بلورات سائلة وهو لا يشع الضوء بل يؤثر على الضوء الساقط وتتكون وحدة الأظهار من سبع بلورات سائلة كل منها يشكل خط وبحيث يشكل الرقم 8 .

وتمتاز الأجهزة الرقمية بسهولة الاستعمال وسهولة النقل من مكان لآخر كما أنها تتمتع بدرجة عالية من الدقة وهى تخلو من أخطاء العنصر البشرى التى تحدث عادة عند قراءة قيم مختلفة فى أجهزة القياس المعتادة (أجهزة البيان مثلا) .

ـ الخواص الأساسية لأجهزة القياس :

١ ـ الدقـــة :

أهم خاصية لاجهزة القياس هى الدقة . وهى تعرف باتفاق القيم المقاسة (المقروءة) بالجهاز مع القيم الحقيقية . والدقة تقاس عادة بدرجة الخطأ فى القياس (خ)

خ = ق ـ ح ———— (١ ـ ١)

حيث خ = الخطأ فى القياس ق = القراءة التى تم قياسها ح = القراءة الحقيقية

ويعاير عادة الجهاز من وقت لآخر لضبط دقته .

٢ ـ الحساسية :

تعرف حساسية الجهاز بأنها النسبة بين القيمة العظمى للانحراف والقيمة العظمى للكمية المقاسة

٣ ـ الادراك :

يعبر عن ادراكية جهاز القياس بأنها أقل قيمة يمكن لجهاز القياس قياسها فمثلا اذا كان عندنا جهاز فولتميتر مدرج الى ١٠٠ قسم وكان مدى الجهاز ٢٠٠ فولت وأقل جزء يمكن توضحيه على

مقياس هو $\frac{1}{10}$ قسم فان أقل قيمة يمكن قياسها على هذا الجهاز هى ٢, فولت أى أن ادراكية هذا الجهاز هى ٢, فولت وفى حالة الأجهزة الرقمية فان ادراكية الجهاز هى أقل رقم عشرى يمكن أن يرى على شاشة الجهاز .

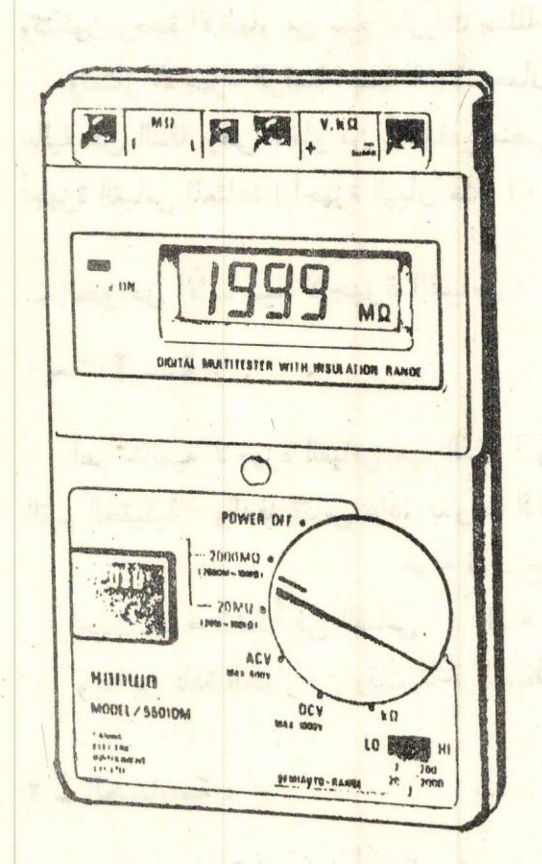
٤ ـ الكفاءة :

وهى تقاس بقراءة الجهاز الى القدرة التى يستهلكها الجهاز من القيم المقروءة . تقاس عادة بـ فولت / وات أو أمبير / وات أى وحدة القياس / وات .

٥ ـ المدى والتدريج :

يدرج الجهاز بتدريج قياس حسب الآتى : ـ

(أ) أقصى قيمة يمكن قراءتها
(ب) أقل قيمة يمكن قراءتها
(جـ) ادراك الجهاز لأقل كمية



شكل الأجهزة الرقمية (الافوميتر)

شكل (١ ـ ٦)

ويمكن أن يكون التدريج خطيا وذلك من أقل قيمة الى أقصى قيمة ويتوفر ذلك فى الأنواع التى فيها يتناسب عزم الانحراف تناسبا طرديا (خطيا) مع الكمية أو يكون التدريج خطى وفى هذه الحاله يتناسب عزم الانحراف للجهاز تناسبا طرديا غير خطى مع الكمية المقاسه .

وفى حالة الاجهزة الرقمية فإن أختيار مدى مناسب للقياس يعطى كفاءة أعلى وحساسية أكبر .

(١ ـ ٤) ملخص لاهم عناصر الباب الاول

- قياس اى كمية يعتمد اساسا على مقارنة هذه الكمية بكمية اخرى من نفس النوع .
- الوحدات الاساسية العملية الحديثة :

المتر ـ الكيلو جرام ـ الثانية ـ الامبير ـ الكلفن ـ القنديله (الشمعه) .

- تصنيف الاجهزة تبعا لطريقة اظهار القراءة .
- **أجهزة بيان :** وهى أجهزة قياس تبين أو توضح قيمة الكمية المجهولة بواسطة مؤشر .
- **أجهزة تسجيل :** وهى أجهزة قياس تسجل الكمية المجهولة تسجيل دائم وتغيرها مع الزمن .
- **أجهزة تكاملية :** وهى أجهزة قياس تعطى مجموع الكمية المراد قياسها .
- **أجهزة رقمية :** وهى أجهزة قياس تعطى نتيجة القياس بواسطة وحدات اظهار الكترونية .

(١ ـ ٥) اسئلة للمراجعة

١ ـ اكمل العبارات الآتية بالكلمات المناسبة :

أ ـ الوات وحدة قياس ...... والفولت وحدة قياس ...... والاوم وحدة قياس ..... والهنرى وحدة قياس ......

ب ـ أجهزة البيان هى اجهزة قياس تبين قيمة الكمية المجهوله بواسطة ....

جـ ـ الأجهزة التكاملية هى اجهزة قياس تعطى ...... الكمية المراد قياسها .

٢ ـ ضع علامة (✓) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (×) امام العبارات الخطأ للعبارات الآتية . ثم صحح العبارات الخطأ

أ ـ الوبر وحدة قياس السعة الكهربائية

ب ـ الكولوم وحدة قياس كمية الكهرباء

جـ ـ جهاز الواتميتر يستخدم لقياس الطاقة .

د ـ جهاز الڤولتميتر يستخدم لقياس شدة التيار .

٣ ـ ما هى مزايا كل من أجهزة البيان والأجهزة الرقمية ؟

الباب الثانى

دقة أجهزة القياس

يهدف هذا الباب الى معرفة الآتى :

(٢ ـ ١) الخطأ فى قراءة أجهزة القياس .

(٢ ـ ٢) أنواع الخطأ فى قراءة أجهزة القياس .

(٢ ـ ٣) دقة أجهزة القياس (دقة القياس) .

(٢ ـ ٤) اسباب الاخطاء فى أجهزة القياس .

(٢ ـ ٥) الرموز المستخدمه لأجهزة القياس .

(٢ ـ ٦) ملخص لاهم عناصر الباب الثانى .

(٢ ـ ٧) اسئلة للمراجعة .

(٢ ـ ١) الخطأ فى القراءة بأجهزة القياس

تقاس أية كمية بمقارنتها بكمية اخرى من نفس النوع ، تكون قد اختيرت كوحدة وهناك وحدات واجهزة عيارية تستخدم لاختبار الاجهزة المعملية من مرتبة دقة ٠,١ ، ٠,٢ ، ٠,٥ وتحديد نسبة الخطأ فيها وتستخدم الاجهزة المعملية بالتالى لاختبار أجهزة القياس الصناعية من مرتبة دقة ١ ، ١,٥ ، ٢,٥ ، ٥ .

وبذلك نجد انه توجد مجموعتان من اجهزة القياس بحسب مستوى الدقة المجموعة الاولى وهى الاجهزة عالية الدقة وتستخدم فى المعامل والاختبارات العلمية ويكون تقسيمها بحسب فئاتها ودقة القياس بها كالآتى :-

الفئة	٠,١	٠,٢	٠,٥
حدود الخطأ كنسبة مئوية	± ٠,١ ٪	± ٠,٢ ٪	± ٠,٥ ٪

اما المجموعة الثانية وهى المستخدمة فى الصناعة وحدود الخطأ بها اكبر من المجموعة الأولى ويكون تقسيمها بحسب فئاتها ودقة القياس بها كالآتى :-

الفئة	١	١,٥	٢,٥	٥
حدود الخطأ كنسبة مئوية	± ١ ٪	± ١,٥ ٪	± ٢,٥ ٪	± ٥ ٪

وتتحدد دقة القياس بامكانيات الخطأ عند اجراء عمليات القياس ويجب الا يزيد هذا الخطأ عند القياس عن قيمة معينة ما .

(٢ ـ ٢) انواع الخطأ فى قراءة اجهزة القياس :

يوجد فى اجهزة القياس الكهربائية عدة انواع من الاخطاء حسب التعبير العددى عنها وهى الخطأ المطلق والخطأ النسبى .

١ ـ الخطأ المطلق :

هو الفرق بين القيمة المقاسة التى يبينها جهاز القياس المراد اختباره (أ م) وبين القيمة الحقيقة (أ) التى يبينها جهاز القياس العيارى لنفس القيمة المقاسة ويرمز للخطأ المطلق بالرمز ∆ أ

∴ | الخطأ المطلق = القيمة المقاسة ـ القيمة الحقيقية |

∆ أ = أ م ـ أ (٢ ـ ١)

وفى هذه الحالة تكون الاشارة مهمة فى تحديد ما اذا كان جهاز القياس تحت الاختبار يعطى خطأ فى قراءته بالزيادة او بالنقصان .

مثال (١)

اذا كانت قراءة جهاز امبير متر ٧ امبير والقيمة الحقيقية لشدة التيار ٦,٩ امبير احسب الخطأ المطلق لهذا الجهاز

الحل :

الخطأ المطلق = القيمة المقاسة ـ القيمة الحقيقية

Δأ = أ م ـ أ

= ٧ ـ ٦,٩ = ٠,١ امبير

ونلاحظ من المثال السابق انه لكى تعين القيمة الحقيقية يجب ان نضيف للمقدار الجارى قياسه الخطأ المطلق بعلامة معكوسة (ـΔأ) ويطلق عليه مقدار تصحيح القراءة .

(٢ ـ ٢) الخطأ النسبى :

هو النسبة بين الخطأ المطلق وبين القيمة الحقيقية للكمية المقاسة مضروبا فى ١٠٠

أى أن

$$\text{الخطأ النسبى} = \frac{\text{القيمة المقاسة - القيمة الحقيقية}}{\text{القيمة الحقيقية}} \times ١٠٠ = \frac{\text{الخطأ المطلق}}{\text{القيمة الحقيقية}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{\text{أم - أ}}{\text{أ}} \times ١٠٠ = \frac{\Delta \text{أ}}{\text{أ}} \times ١٠٠$$

مثال (٢)

امبير متر تجارى اجريت معايرته بواسطة امبير متر معملى وعند اجراء الاختبار لقياس شدة التيار وجد أن قراءة الامبير متر التجارى ٤٠ امبير ، بينما كانت قراءة الامبير متر المعملى لنفس الكمية المقاسة ٤٠,٥ امبير (أحسب الخطأ المطلق والخطأ النسبى لهذا الجهاز).

الحل :

الخطأ المطلق = Δ أ - أ م ـ أ = ٤٠ ـ ٤٠,٥ = ـ ٠,٥ امبير

$$\text{الخطأ النسبى} = \frac{\text{أ م - أ}}{\text{أ}} \times ١٠٠ = \frac{\Delta \text{أ}}{\text{أ}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{-٠,٥}{٤٠,٥} \times ١٠٠ = -١,٢٣٥\%$$

(٢ ـ ٣) دقة اجهزة القياس (دقة القياس) :

دقة القياس (دقة الجهاز) تقيم عادة بالخطأ النسبى لا بالخطأ المطلق .

أى أن دقة الجهاز = الخطأ النسبى = $\frac{\text{القيمة المقاسة - القيمة الحقيقية}}{\text{القيمة الحقيقية}} \times ١٠٠ = \frac{\text{الخطأ المطلق}}{\text{القيمة الحقيقية}} \times ١٠٠$

$= \frac{أ_م - أ}{أ} \times ١٠٠ = \frac{\Delta أ}{أ} \times ١٠٠$

وبما ان الفرق بين القيمة الحقيقية والقيمة المقاسة يكون صغيرا نسبيا فى العادة ففى معظم الحالات يمكننا اعتبار دقة الجهاز .

$$\text{دقة الجهاز} = \frac{\text{الخطأ المطلق}}{\text{القيمة المقاسة}} \times ١٠٠$$

(٢ ـ ٤) أسباب الأخطاء فى أجهزة القياس :

تختلف دائما قراءة أى جهاز قياس ـ ولو بفرق طفيف ـ عن القيمة الحقيقية للكمية المقاسة ويرجع ذلك إلى بعض الأخطاء أو العيوب فى مكونات الجهاز وتنقسم أسباب الأخطاء المختلفة بأجهزة القياس الكهربائية إلى مجموعتين رئيسيتن هما :ـ

١ ـ أخطاءمعروفة . ٢ ـ أخطاء عشوائية .

أولا الأخطاء المعروفة : وهى الأخطاء المعروفة الأسباب وتنقسم الى :ـ

أ ـ أخطاء ذاتية : وهو الخطأ النسبى فى قراءة الجهاز عندما يعمل تحت الظروف القياسية

ب ـ أخطاء خارجية : وهو الخطأ النسبى فى قراءة الجهاز عندما يعمل فى ظروف تشغيل تختلف عن الظروف القياسية .

ثانيا الأخطاء العشوائية : وهى أخطأ غير معروفة السبب وذلك لعوامل كثيرة تؤثر فيها من وقت لآخـــــر . نذكر على سبيل المثال عند قياس تيار كهربى قيمته ١٥ أمبير فان هذه القيمة تتأرجح عند نفس ظروف القياس لنفس جهاز القياس ولذلك فان الجهاز يعاير لهذا الخطأ بأخذ عدد من القراءات واستنتاج المتوسط الحسابى ومنه يمكن تعيين معامل الخطأ .

مثال (٣)

فولتميتر مدى تدريجه ٢٠٠ فولت ومقدار الخطأ المدون عليه ١ ٪ ماهى القيمة الحقيقية للقراءة عندما يشير المؤشر الى ٤٠ فولت

الحل :

$$\text{الخطأ} \pm ١ \% = \pm \frac{١}{١٠٠} \times ٢٠٠ = \pm ٢ \text{ فولت}$$

تكون القراءة الحقيقية ٤٠ ± ٢ = ٣٨ ـــ ٤٢ أى تتراوح ما بين ٣٨ ، ٤٢ فولت ومن هنا نلاحظ ان الخطأ فى القراءة يضاف أو يطرح إلى أى قراءة من المثال السابق يتضح لنا أن دقة القياس تعتمد على الإختيار الصحيح لمدى الجهاز بالتناسب مع القيمة المراد قياسها . لأنه من المثال السابق أنه بالرغم من أن مقدار الخطأ المدون على الجهاز هو ١ ٪ تجد أن مقدار الخطأ فى قياس ٤٠ فولت بهذا الجهاز يصل الى $\frac{٢}{٤٠}$ × ١٠٠ = ٥ ٪ وتزيد نسبة الخطأ كلما قلت القيمة وتقل نسبتها كلما قلت القيمة المراد قياسها عن مدى التدريج والعكس صحيح تقل نسبة الخطأ كلما اقتربت القيمة المراد قياسها من مدى التدريج أى كلما زادت قيمتها .

١ ـ أ ـ **الأخطاء الذاتية :** ـ وفيما يلى أهم أسباب حدوث هذه الاخطاء .

١ ـ **خطأ الاحتكاك :** يتناسب خطأ الاحتكاك تناسبا طرديا مع ثقل مجموعة الحركة وتناسبا عكسيا مع عزم التحكم ويعتمد خطأ الاحتكاك على جودة سطح التلامس للعقيق ولمحاور عمود الدوران ونظافتها ووضع عمود الدوران عند الاستخدام .

٢ ـ **خطأ الإمالة وعدم التوازن :** يزيد خطأ الإمالة بزيادة الخلوص المحورى لعمود الدوران . لأن زيادة الخلوص تؤدى الى عدم بقاء المحور فى منتصف سطح التلامس مع العقيق عند إمالة الجهاز .

كما أن عدم تماثل الأجزاء المتحركة بالنسبة لعمود الدوران تؤدى أيضا الى خطأ فى أجهزة القياس .

٣ ـ **خطأ تدريج المقياس :** قد يؤدى عدم الدقة فى رسم العلامات والتدريج على المقياس ، الى وجود خطأ فى قراءته .

٤ ـ **خطأ تشوه الزنبرك أو ضعف المغناطيس الدائم :** يجب أن تكون زنبركات أجهزة القياس خالية من التشوه (Deformation) والإجهادات التى تؤدى إلى عدم انتظام ودقة عزم التحكم . أما المغناطيسيات الدائمة فيجب إختيارها من الأنواع التى لا يحدث بها تغيرات فى خصائصها المغناطيسية على مر الزمن .

٥ ـ **خطأ القراءة :** من العوامل المؤثرة على خطة القراءة ، القارىء نفسه ، أو معدات القراءة (المقياس المؤشر .. الخ) . ولتجنب خطأ القراءة يجب مراعاة الآتى : ـ

(أ) أن يكون خط الرؤية عموديا على المقياس .

(ب) أن يكون المؤشر أقرب ما يمكن للمقياس .

(حـ) أن يكون شكل المؤشر وسمك نهايته ، بحيث يساعدان على أخذ القراءة بدقة .

(د) أن يكون طول المؤشر بحيث تصل نهايته الى نهاية العلامة القصيرة للتدريج وألا تزيد زيادة ملموسة على ذلك .

٦ ـ الخطأ الناشيء من وجود مجالات داخلية : هناك أخطاء تحدث بسبب تأثير المغناطيسيات الدائمة المركبة داخل أجهزة القياس ، ويمكن الوقاية من تأثير هذه المجالات ، باستخدام حجاب من الصلب ، وأن تكون زنبركات التحكم مصنوعة من مواد غير مغناطيسية .

٧ ـ الأخطاء الخارجية :

١ ـ خطأ نتيجة للتغير فى درجة الحرارة المحيطة .

٢ ـ خطأ نتيجة للتغير فى التردد .

٣ ـ خطأ نتيجة للتغير فى الجهد أو التيار .

٤ ـ خطأ نتيجة للمجالات الخارجية (مغناطيسية أو كهربائية) .

(٢ ـ ٥) رموز أجهزة القياس

توضع على أجهزة القياس عدة رموز توضح نوع الجهاز ، ونوع التيار الذى يعمل عليه ووضع تشغيل الجهاز وجهد الاختبار ودرجة الدقة ونوع الحماية والجداول الآتية توضح بعض هذه الرموز .

(أ) رموز خاصة لنوع منبع القدرة الذى يعمل عليها الجهاز ويوضح شكل رقم (٢ ـ ١) أهم هذه الرموز

نوع الينبوع	الرمز
تيار مستمر	—
تيار متغير	~
تيار مستمر وتيار متغير	⎓
تيار متغير ذو ثلاثة أوجه بدائرة واحدة للتيار ودائرة واحدة للجهد	≈
تيار متغير ذو ثلاثة أوجه بدائرتين للتيار ودائرتين للجهد	≈
تيار متغير ذو ثلاثة أوجه بثلاث دوائر للتيار وثلاث دوائر للجهد	≈

شكل (٢ ـ ١) رموز أجهزة القياس الخاصة بنوع منبع القدرة

(ب) رموز خاصة بجهد اختبار العزل ويوضح الشكل رقم (٢ ـ ٢) أهم هذه الرموز

جهد اختبار العزل	الرمز
٥٠٠ فولت	☆
يزيد على ٥٠٠ فولت (٢ ك ف مثلا)	☆ (2)
لا يجرى عليه اختبار عزل	

شكل (٢ ـ ٢) رموز خاصة بجهد اختبار عزل أجهزة القياس

(جـ) رموز خاصة بالوضع الذى يستخدمه الجهاز ويوضح الشكل رقم (٢ ـ ٣) أهم هذه الرموز.

وضع الجهاز	الرمز
لوحة بيانة رأسية	⊥
لوحة بيانه أفقية	⊓
لوحة بيانه مائلة على المستوى الأفقى بزاوية (٦٠° مثلا)	∠60°

شكل (٢ ـ ٣) رمز خاصة بوضع أجهزة القياس

(د) رموز خاصة بمرتبة الدقة ويوضح الشكل رقم (٢ ـ ٤) أهم هذه الرموز

مرتبة الدقة	الرمز
مرتبة الدقة (١,٥ مثلا) حيث تكون الاخطاء المنسوبة الى اقصى قيمة للمدى الفعال	١,٥
مرتبة الدقة (١,٥ مثلا) حيث تكون الاخطاء المنسوبة الى الطول الكلى للتدريج	١,٥ ✓

شكل (٢ ـ ٤) رمز خاصة بمرتبة دقة أجهزة القياس

(هـ) رموز خاصة بنوع الجهاز وملحقاته ويوضح الشكل (٢ـ ٥) أهم هذه الرموز

نوع الجهـــــاز	الرمز
جهاز مغناطيس دائم وملف متحرك وعزم إعادة ميكانيكى	
جهاز مغناطيس دائم وملف متحرك وبدون عزم إعادة ميكانيكى (جهاز نسبى)	
جهاز مغناطيس دائم متحرك وعزم إعادة ميكانيكى	
جهاز مغناطيس دائم متحرك وبدون عزم إعادة ميكانيكى (جهاز نسبى)	
جهاز ذو قلب حديدى متحرك ـ لا استقطابى وبعزم إعادة ميكانيكى	
جهاز ذو قلب حديدى متحرك ـ لا إستقطابى وبدون عزم إعادة ميكانيكى (جهاز نسبى)	
جهاز ذو قلب حديدى متحرك ـ ومغناطيس دائم (إستقطابى) وعزم إعادة ميكانيكى	
جهاز كهروديناميكى بقلب هوائى وعزم إعادة ميكانيكى	

شكل (٢ ـ ٥)

رموز خاصة لأنواع أجهزة القياس .

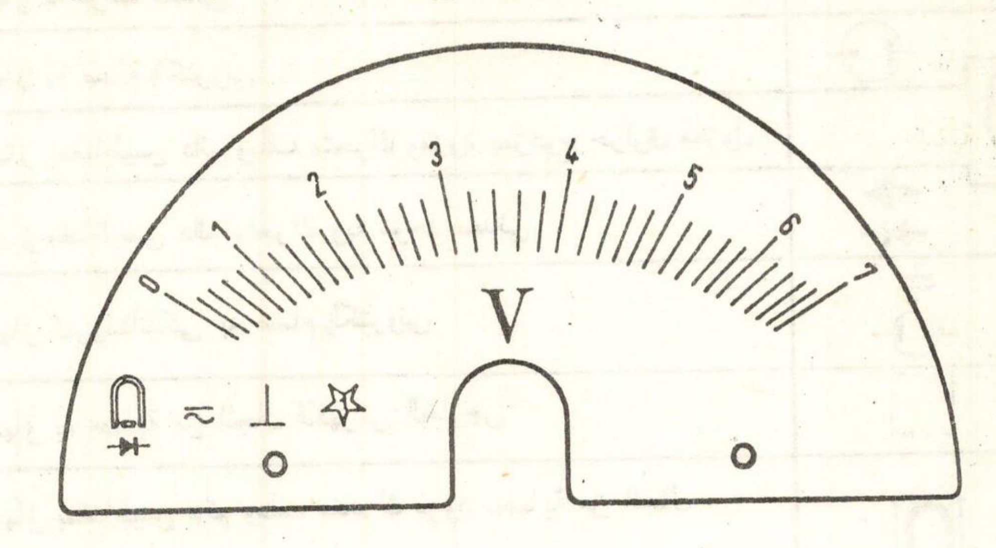
نـوع الجهـــاز	الرمز
جهاز كهرودينامیکی بقلب هوائی وعزم إعادة میکانیکی	
جهاز كهرودينامیکی بقلب هوائی وبدون عزم إعادة میکانیکی (جهاز نسبی)	
جهاز كهرودينامیکی بقلب حدیدی عزم إعادة میکانیکی	
جهاز استنتاجی وعزم إعادة میکانیکی	
جهاز استنتاجی مغناطیسی وبعزم إعادة میکانیکی	
جهاز استنتاجی مغناطیسی وبدون عزم إعادة میکانیکی	
جهاز حراری بسلك ساخن	
جهاز حراری بمزدوج حراری	
جهاز كهروستاتیکی	
جهاز ذو ریش مهتزة	
جهاز مزود بمزدوج حراری غیر معزول	

تابع شكل (٢ ـ ٥)

الرمز	نوع الجهاز
	جهاز به موحد معدنى
	جهاز به صمام إلكترونى
	جهاز بمغناطيس دائم وملف متحرك ومزود بمزدوج حرارى معزول
	جهاز مغناطيسى دائم متحرك وبه موحد معدنى
	جهاز كهروستاتيكى به صمام إلكترونى
	جهاز به حماية من المجال الكهربى الخارجى
	جهاز بمغناطيس دائم وملف متحرك مزود بحماية من المجال المغناطيسى الخارجى
	جهاز كهروستاتيكى مزود بحماية من المجال الكهربى الخارجى
	توصيلة أرضى
	ضابط الصفر
	يرجع إلى النشرة الخاصة بالجهاز
	مقاومة متغيرة
	مقاومة ثابتة
	ملف إستنتاجى

تابع شكل (٢ ـ ٥)

(و) يبين الشكل (٢ ـ ٦) طريقة وضع الرموز على لوحة بيان وبتفسير الرموز الموجودة على لوحة بيان الجهاز نجد أن هذه الرموز تعنى أن هذا الجهاز من نوع الملف المتحرك ويعمل بموحد ويستعمل للتيارين المستمر والمتردد ويستعمل فى وضع رأسى وجهد الاختبار للعزل هو ١٠٠٠ ڤولت ٠



شكل (٢ ـ ٦) طريقة وضع الرموز على لوحة بيان جهاز القياس

وبتفسير الرموز الموجودة على لوحة البيان للجهاز المبين بالشكل رقم (٢ ـ ٦) بالاصطلاحات الموجودة بالجداول السابقة نجد أن هذه الرموز تعنى أن هذا الجهاز : ـ

١ ـ من نوع الملف المتحرك بموحد ٠

٢ ـ يستعمل للتيارين المستمر والمتردد ٠

٣ ـ يستعمل فى وضع رأسى

٤ ـ جهد اختبار العزل ١٠٠٠ ڤولت ٠

(٢ ـ ٦) ملخص لأهم عناصر الباب الثانى

الخطأ المطلق : هو الفرق بين القيمة المقاسة التى يبينها جهاز القياس وبين القيمة الحقيقية ·

الخطأ النسبى : هو النسبة بين الخطأ المطلق وبين القيمة الحقيقى مضروبا فى ١٠٠

دقة الجهاز : هى الخطأ النسبى أى النسبة بين الخطأ المطلق وبين القيمة الحقيقية مضروبا فى ١٠٠ ·

أسباب الأخطاء فى أجهزة القياس ·

أخطاء ذاتية :

١ ـ خطأ الاحتكاك ·
٢ ـ خطأ الإمالة وعدم التوازن ·
٣ ـ خطأ تدريج القياس ·
٤ ـ خطأ تشوه الزنبرك أو ضعف المغناطيس الدائم ·
٥ ـ خطأ القراءة
٦ ـ الخطأ الناشىء من وجود مجالات داخلية ·

أخطأ خارجية :

١ ـ خطأ نتيجة للتغير فى درجة الحرارة المحيطة ·
٢ ـ خطأ نتيجة للتغير فى التردد ·
٣ ـ خطأ نتيجة للتغير فى الجهد أو التيار ·
٤ ـ خطأ نتيجة للمجالات الخارجية (مغناطيسية أو كهربائية) ·

(٢ ـ ٧) أسئلة للمراجعة

١ ـ أكمل العبارات الآتية بالكلمات المناسبة .

(أ) الخطأ المطلق هو .... بين القيمة .... التى يبينها جهاز القياس وبين القيمة ....

(ب) الخطأ النسبى هو .... بين .... وبين .... مضروبا فى ١٠٠ .

(جـ) دقة الجهاز هى ....

٢ ـ اذكر اسباب الأخطاء فى أجهزة القياس .

٣ ـ ضع علامة (✓) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارات الخطأ ثم صحح العبارات الخطأ .

(أ) يسبب زيادة الخلوص المحورى لعمود الدوران زيادة خطأ الاحتكاك .

(ب) تؤثر على خطأ الاحتكاك جودة سطح التلامس للعقيق .

(جـ) قد يؤدى عدم الدقة فى رسم العلامات والتدريج على المقياس الى زيادة الخطأ نتيجة للمجالات الخارجية .

٤ ـ اذا طلب منك وضع رموز على لوحة بيان جهاز قياس تبين العبارات الآتية : ـ

(أ) أنه جهاز قياس من النوع الحرارى بسلك ساخن .

(ب) أن يستعمل فقط لقياس التيار المتغير .

(جـ) أن لوحة بيانه مائلة على المستوى الافقى بزاوية ٦٠°

(د) أن جهد اختبار العزل له ٢ ك . ف .

ارسم هذه الرموز

٥ ـ امبير متر تجارى اجريت معايرته بواسطة امبير متر معملى وعند اجراء الاختبار لقياس شدة التيار وجد أن قراءة الامبير متر التجارى ٥٠ أمبير ، بينما كانت قراءة الامبيرمتر المعملى لنفس الكمية المقاسة ٥٠,٦ أمبير أحسب : ـ

(أ) الخطأ المطلق لهذا الجهاز .

(ب) الخطأ النسبى لهذا الجهاز .

٦ ـ ما هى العوامل التى يجب مراعاتها لتجنب خطأ القراءة عند قراءة بيان جهاز القياس ؟

الباب الثالث

آلية الحركة فى جهاز القياس

يهدف هذا الباب إلى معرفة الآتى :

(٣ ـ ١) الأسس الكهربائية لتشغيل أجهزة القياس .

(٣ ـ ٢) الأسس الميكانيكية لتشغيل أجهزة القياس.

(٣ ـ ٣) عوامل الجودة لأجهزة القياس .

(٣ ـ ٤) مكونات الأجزاء الرئيسية لأجهزة القياس.

(٣ ـ ٥) جهاز القياس الحرارى : تركيبه ـ نظرية عمله ـ التدرج ـ المميزات والعيوب .

(٣ ـ ٦) جهاز القياس ذو القلب المتحرك : تركيبه ـ نظرية عمله ـ التدريج ـ المميزات ـ العيوب .

(٣ ـ ٧) جهاز القياس ذو الملف المتحرك : تركيبه ـ نظرية عمله ـ التدريج ـ المميزات ـ العيوب .

(٣ ـ ٨) جهاز القياس الحثى .

(٣ ـ ٩) جهاز القياس الإستاتيكى : تركيبه ـ نظرية عمله ـ التدريج ـ المميزات والعيوب .

(٣ ـ ١٠) ملخص لأهم عناصر الباب الثالث .

(٣ ـ ١١) أسئلة للمراجعة .

(٣ ـ ١) الأسس الكهربائية لتشغيل أجهزة القياس

تبنى نظريات تشغيل معظم أجهزة القياس الكهربائية ، على التأثيرات الفيزيائية التى تصاحب مرور التيار الكهربائى فى موصل ، فمن المعروف أن مرور التيار الكهربائى فى موصل ، أو وجود فرق جهد بين طرفى موصل ، يؤدى إلى ظهور التأثيرات الآتية

(أ) تأثير كهرومغناطيسى (حثى) .

(ب) تأثير حرارى .

(جـ) تأثير كيميائى .

(د) تأثير كهروضوئى .

(و) تأثير كهروستاتيكى .

ومن الممكن تحويل أى نوع من هذه التأثيرات إلى قوى ميكانيكية ، تعمل على دفع آليات الحركة فى أجهزة القياس الكهربائية .

ويعتبر التأثير المغناطيسى أهم التأثيرات المستخدمة فى نظريات تشغيل أكثر أجهزة القياس الكهربائية شيوعا مثل :ـ

١ ـ أجهزة القياس ذات الملف المتحرك .

٢ ـ أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك .

٣ ـ أجهزة القياس الكهروديناميكية .

٤ ـ أجهزة القياس الحثية (الاستنتاجية) .

(٣ ـ ٢) الأسس الميكانيكية لتشغيل أجهزة القياس :

تستخدم معظم أجهزة القياس واحدة أو اكثر من الظواهر الفيزيائية المصاحبة لمرور التيار الكهربائى قوى ميكانيكية يمكن قياسها ، وتتم عملية القياس بدلالة إنحراف جزء متحرك مثبت به مؤشر يتحرك على مقياس مدرج ، ولا تتم القراءة الصحيحة إلا إذا كانت هناك قوة تحكم تضاد القوة المؤدية إلى إنحراف الجزء المتحرك .

وعندما تتساوى القوتان ، تحدث حالة الإتزان المطلوبة فى أى جهاز قياس ، ولمنع تذبذب المؤشر أثناء حركته ، ولضمان إعطاءه القراءة الصحيحة بسرعة ، تستخدم وسيلة تخميد لحركة الجزء المتحرك ، ويجب ألا نهمل قوة الإحتكاك التى تحدث بأى جهاز قياس ، وبإختصار لكى يعمل جهاز البيان بجهاز القياس فلابد من وجود القوى الميكانيكية التالية :ـ

١ ـ قوى الدفع (عزم الانحراف) .   ٢ ـ قوى التحكم (عزم التحكم) .

٣ ـ قوى التخميد (عزم التسكين) . ٤ ـ قوى الاحتكاك .

١ ـ قوى الدفع (عزم الانحراف) :

هى القوى التى تحول التيار الكهربائى أو الظواهر الفزيائية المصاحبة له إلى قوى ميكانيكية تعمل على تحريك أو إدارة الجزء القابل للحركة بالجهاز . ويتكون الجزء القابل للحركة فى معظم أجهزة القياس من ملف أو قرص من الألمونيوم . أو قلب مسطح من الصلب . ويوضع هذا الجزء على عمود دوران ، يرتكز طرفاه المدببان على كرسيين من العقيق . ويحمل عمود الدوران مؤشر يتحرك على مقياس مدرج .

٢ ـ قوى التحكم (عزم التحكم) :

هى عبارة عن قوى مضادة لقوى الدفع وكلما زادت قوى الدفع زادت أيضا قوى التحكم ويقف المؤشر عندما تتساوى قوى الدفع مع قوى التحكم ، هذا علاوة على أن وجود قوى التحكم تجعل المؤشر يعود إلى وضع الصفر بعد فصل التيار عن الجهاز وفى حالة عدم وجود قوى التحكم فإن أى تيار يصل إلى الجهاز يجعل المؤشر يتحرك من وضع الصفر إلى وضع أقصى تدريج وذلك بغض النظر عن قيمة التيار المطلوب قياسها .

أى أن قوى التحكم تساعد قوة الدفع على إحداث إنحرافات للمؤشر تتناسب مع قيم التيارات المطلوب قياسها .

ويمكن الحصول على قوى التحكم فى معظم الأجهزة بواسطة سلك زنبرك حلزونى يسمى الزنبرك اللولبى ـ أو بواسطة أوزان مثبتة بالجزء المتحرك .

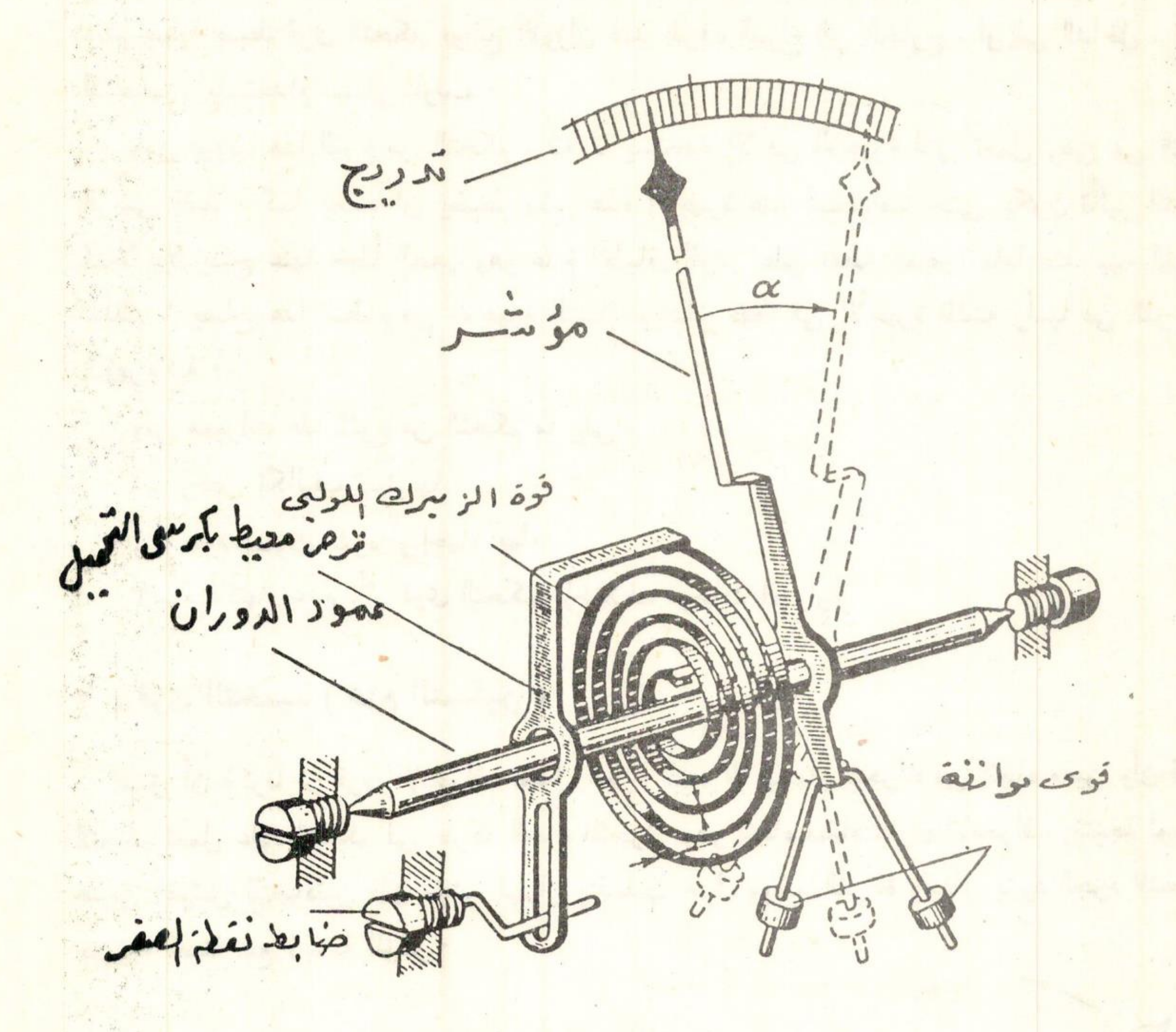
(أ) قوى التحكم بإستخدام الزنبرك :

يعتبر الزنبرك اللولبى أهم وسائل التحكم المختلفة المستخدمة فى أجهزة البيان لذلك يجب أن يتوفر فى الزنبرك المستخدم فى صناعة اللولب الإشتراطات الهامة الآتية :ـ

١ ـ أن يكون من معدن غير قابل للمغنطة .
٢ ـ يتحمل الإجهادات الميكانيكية .
٣ ـ أن تكون مقاومته النوعية صغيرة .
٤ ـ له معامل تغير المقاومة بالحرارة صغير جداً .

ومن أهم الخامات التى تستخدم فى صنع الزنبرك اللولبى لوسائل التحكم ، هى البرونز الفسفورى ويصنع السلك الزنبركى من عدة لفات . ولضمان عدم تأثر قراءة الجهاز أو نظام التحكم بالتغيرات الناشئة من إرتفاع أو إنخفاض درجة الحرارة ، يستخدم ملفان زنبركيان ويركب اللفان

على عمود الدوران بحيث يكون إتجاه عمل احدهما عكس إتجاه عمل الاخر وبذلك يتلاشى تأثير التغيرات الحرارية فى كلا الملفين ويبين الشكل رقم (٣ ـ ١) كيفية عمل نظام التحكم فى جهاز قياس بملف متحرك حيث يتم التحكم فى الجزء المتحرك بواسطة زنبرك لولبى ويثبت الطرف الداخلى للملف الزنبركى عادة بمحور الجزء المتحرك ، بينما يثبت الطرف الخارجى بالقرص المحيط بكراسى التحميل ·



كيفية عمل نظام التحكم فى جهاز قياس ذو ملف متحرك

شكل (٣ ـ ١)

وتوجد بالقرص ذراع بها مشقبية تساعد على السماح للسلك الزنبركى بأن يلف على نفسه أو يفرد أثناء إنحراف الجزء المتحرك بسهولة · كما أن هذه المشقبية تساعد على إعادة وضع المؤشر فى نقطة الصفر تماما · وذلك بواسطة مسمار خاص يظهر خارج الغطاء ·

(ب) قوى التحكم بإستخدام الأوزان المثبتة بالجزء المتحرك :

تستخدم فى بعض الاجهزة ، أوزان صغيرة قابلة للضبط · وتوضع هذه الأوزان فى نهاية ذراع مثبت بالجزء المتحرك وتعطى هذه الأوزان قوة تحكم نتيجة لفعل الجاذبية الارضية ولذلك يطلق عليها قوى تحكم الجاذبية الأرضية ويبين الشكل (٣ ـ ٢) أحد أنواع نظم التحكم بواسطة الأوزان وتتم عملية ضبط قوى التحكم بوضع الأوزان عند طرف الذراع إلى الخارج ، أو إلى الداخل ، قرب المنتصف ، بإستخدام مسمار ملولب ·

ومن عيوب هذا النوع من التحكم ، أنه لا يستخدم إلا فى الأجهزة التى تعمل وهى فى الوضع الرأسى فقط · كما يجب أن يضبط وضع هذه الاجهزة عند إستخدامها حتى يكون تأثير التحكم فعالا ولا ينتج عنها خطأ الصفر وهو عدم إنطباق المؤشر على نقطة الصفر تماما عند بدء القياس لذلك لا يصلح هذا النظام فى الأجهزة المتنقلة ويصلح فقط فى الأجهزة المثبتة رأسيا فى اللوحات الكهربائية ·

ومن مميزات هذا النوع من التحكم ما يلى :

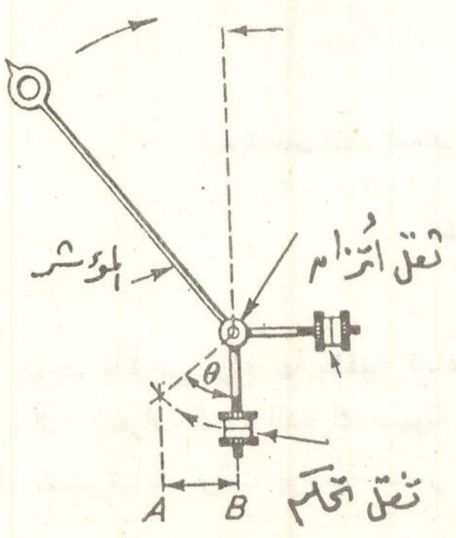
١ ـ رخص تكاليف تصنيعها

٢ ـ عدم حدوث تشوه أو إجهاد بها ·

٣ ـ متانتها وعدم تأثر قوى التحكم بإختلاف درجات الحرارة

٣ ـ قوى التخميد (عزم التسكين) :

سبق أن ذكرنا أن قوى الإنحراف تجعل الجزء المتحرك للجهاز تتحرك فى إتجاه معين وأن قوى التحكم تعمل على التحكم فى حركة الجزء المتحرك وهو إتجاه مضاد لقوى الانحراف ونتيجة لوجود هذين القوتين المتضادتين فإن مؤشر الجهاز يتذبذب حول موضع القراءة ولذلك يزود الجزء المتحرك بوسيلة معينة لمنع ذبذبة المؤشر ·



قوة التحكم بأستخدام الأوزان

شكل (٣ ـ ٢)

ويمكن منع ذبذبة المؤشر عن طريق إستخدام الإخماد الآتية :

(أ) التخميد بإحتكاك الهواء .

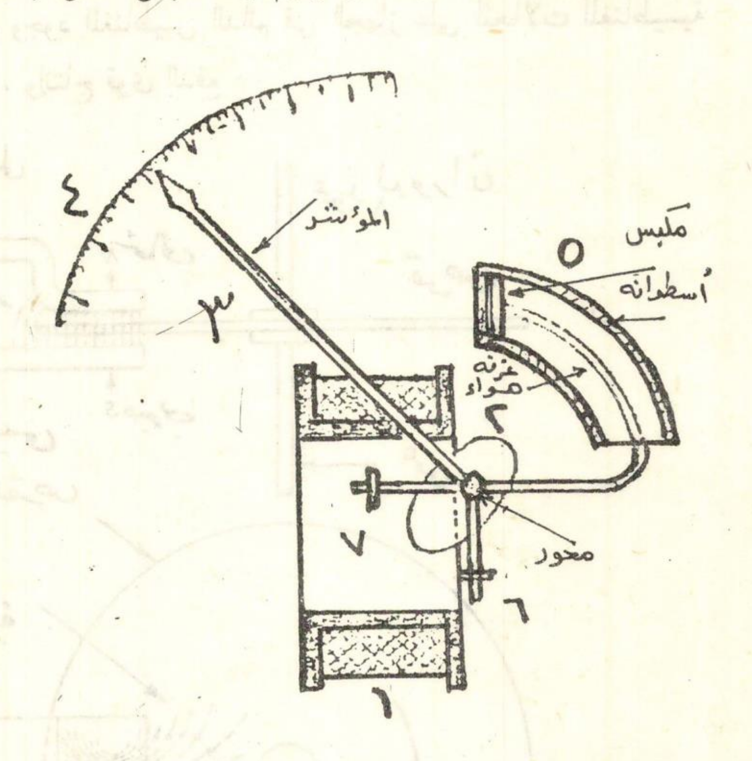
(ب) التخميد بإحتكاك السوائل .

(جـ) التخميد بالتيارات الاعصارية .

(أ) التخميد بإحتكاك الهواء :

يبين الشكل (٣ ـ ٣) وسيلة من وسائل التخميد بواسطة إحتكاك الهواء وتتكون من مكبس خفيف من الالومنيوم ، مثبت بالجزء المتحرك لجهاز القياس ويعمل المكبس فى أثناء حركته داخل أسطوانة محكمة مسدودة من أحد طرفيها . ويتم تخميد الذبذبات المحتملة للجزء المتحرك ، نتيجة لعملية كبس أو مص الهواء التى يقوم بها المكبس داخل الإسطوانة .

١ ـ ملف مغناطيسى مستطيل .
٢ ـ قرص من الحديد المطاوع .
٣ ـ مؤشر .
٤ ـ تدريج .
٥ ـ مكبس هوائى .
٦ ـ ثقل التحكم .
٧ ـ ثقل الإتزان .



جهاز القياس ذو القلب المتحرك التجاذبى
« قوة التخميد بواسطة احتكاك الهواء »

شكل (٣ ـ ٣)

(ب) التخميد بإحتكاك السوائل :

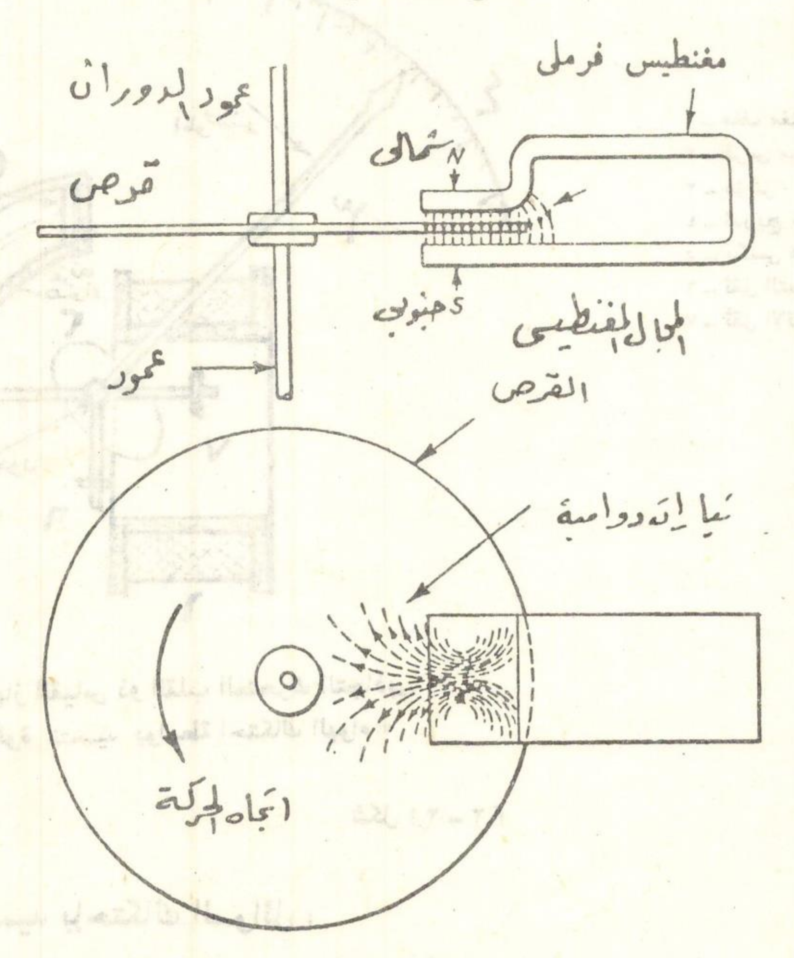
لا تختلف طريقة التخميد بإحتكاك السوائل كثيرا عن طريقة التخميد بإحتكاك الهواء وفى هذه الطريقة يستبدل بالهواء زيت أو أى سائل له معامل لزوجة عالى ، مما يؤدى إلى زيادة قوى

التخميد ويفضل عادة التخميد بإحتكاك الهواء عن التخميد بالسوائل لسهولة التصنيع وخفة الوزن وكفاءة التشغيل وصلاحيته لجميع الأجهزة وخاصة المتنقلة منها ٠

(جـ) التخميد بالتيارات الإعصارية :

يبين شكل (٣ ـ ٤) نظام التخميد بالتيارات الإعصارية ويتكون هذا النظام فى أبسط صوره من قرص رقيق من مادة موصلة غير مغناطيسية كالنحاس والألمونيوم داخل قطبى مغناطيس دائم وهذا القرص مركب على عمود دوران يدور بين كراسى تحميل وعند حركة القرص فإنه يقطع المجال المغناطيسى الدائم فتتولد فيه تيارات اعصارية ينتج عنها عزم تحميل فى إتجاه يعاكس الحركة المسببة له طبقا لقاعدة لينز ٠

ويعتبر مانع الذبذبة عن طريق التيارات الاعصارية أقوى بكثير من مانعى الذبذبتين السابقتين، إلا أنه يراعى عند إستخدامها ألا يؤثر وجود المغناطيس الدائم فى الجهاز على المجالات المغناطيسية الأخرى المستخدمة فى عمليات القياس ، وإنتاج قوى الدفع ٠



قوى التخميد بالتيارات الإعصارية

شكل (٣ ـ ٤)

٤ ـ قوى الاحتكاك

تسبب قوى الاحتكاك الناشئة فى كراسى التحميل التى يدور فيها عمود الدوران ، مقاومة معينة لدورانه ، وينشأ عن وجود قوى الإحتكاك خطأ فى قراءة الجهاز ، حيث تؤدى إلى عدم وصول المجموعة المتحركة إلى الوضع النهائى للقراءة الصحيحة ، كما أنها تؤدى أيضا الى عدم رجوع الجزء المتحرك والمؤشر المثبت به ، إلى نقطة الصفر ، بعد فصل التيار أو الكمية المقاسة عن الجهاز.

لذلك يعتبر خطأ الإحتكاك ، أحد الأخطاء الأساسية التى يجب مراعاتها فى أى جهاز قياس . وللحصول على أعلى جودة ممكنة لجهاز القياس يراعى الاهتمام بصناعة كراسى التحميل المستخدمة فى أجهزة القياس واستخدام أرقى أنواع العقيق والصلب والتى تتميز بنعومة سطحها فى صنع هذه الكراسى ، كما يراعى تقليل وزن الجزء المتحرك .

(٣ ـ ٣) عوامل الجودة لأجهزة القياس :

من العوامل الهامة التى يجب أن تتوفر فى أجهزة القياس الجيدة هو قلة إستهلاكها من قدرة الدائرة التى يتم القياس بها ولا تؤثر على تشغيل هذه الدائرة وأدائها وأيضا تعطى أخطاء أقل فى القياس وتحكم عملية إختيار أجهزة القياس الإعتبارات الأساسية التالية :

١ ـ الثقة فى الأجهزة (أى يعول عليها فى تأدية القياسات) .
٢ ـ البساطة فى التشغيل .
٣ ـ الدقة .
٤ ـ مقدار إستهلاك أجهزة القياس للقدرة الكهربائية .
٥ ـ الشكل .
٦ ـ الوزن .
٧ ـ التكاليف .

وللحصول على جودة ممتازة لأجهزة القياس يراعى عند تصنيعها ما يلى :ـ

١ ـ تصنع الأجزاء المتحركة بحيث تكون أخف ما يمكن .
٢ ـ تقليل قوى الإحتكاك إلى أقل قدر ممكن .
٣ ـ يراعى أن تكون نقط التوصيل سليمة .
٤ ـ تصنع جميع الأجزاء من مواد غير قابلة للتحلل أو التغير مع الزمن أو الاستعمال .

(٣ ـ ٤) مكونات الأجزاء الرئيسية لأجهزة القياس :

يتركب جهاز القياس عموما من الأجزاء الآتية :ـ

١ ـ الغلاف الخارجى .
٢ ـ الجزء المتحرك وكراسى عمود الدوران .

٣ ـ المؤشر ٠

٤ ـ التدريج (المقياس) ٠

٥ ـ المصحح (ضابط نقطة الصفر) ٠

٦ ـ الأوزان الموازنة ٠

٧ ـ المغناطيس الدائم ٠

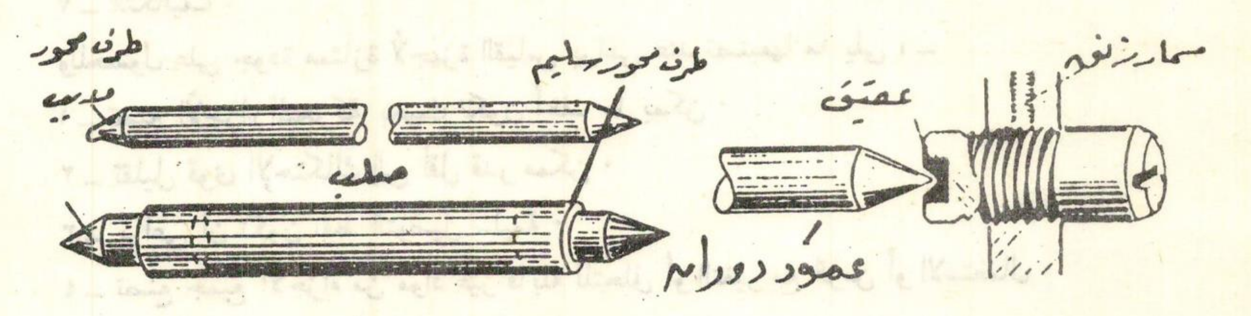
١ ـ الغلاف الخارجى (الجسم) :

يستخدم الغلاف الخارجى لحماية الأجزاء الداخلية لجهاز القياس من الأضرار الميكانيكية ، ومن دخول الاتربة والرطوبة إلى الجهاز ٠ ويصنع الغلاف من الحديد ، أو الالمونيوم ، أو النحاس ، أو الزجاج ، أو البكاليت ، وقد يكون الغلاف مستديرا ، أو مستطيلا ، أو مربعا ٠

٢ ـ الجزء المتحرك وكراسى عمود الدوران :

قد يكون الجزء المتحرك للجهاز عبارة عن ملف متحرك أو قلب حديدى متحرك وهذا يختلف باختلاف نوع الجهاز ويركب الجزء المتحرك فى أجهزة القياس الشائعة الاستعمال على عمود دوران وهذا العمود عبارة عن ماسورة خفيفة من الألمونيوم يتراوح قطرها بين ١ ـ ٢ مم . وينتهى طرفا العمود بمخروطين يستقران داخل كراسى التحميل ٠ كما هو مبين بشكل (٣ ـ ٥)

وفى أجهزة القياس الدقيقة ٠ تستخدم كراسى من العقيق ٠ أما فى أجهزة القياس الصناعية من مرتبة الدقة ٢,٥ ٪ ، ٥ ٪ فتستخدم كراسى مصنوعة من الصلب الناشف أو البرونز الفسفورى ٠ ويصقل محورا عمود الدوران والكراسى بدرجة عالية لتقليل الاحتكاك بينها ، ويستخدم فى تثبيت الكراسى مسمار مقلوظ لضبط الخلوص للعمود ٠



الجزء المتحرك وكراسى عمود الدوران
لأجهزة القياس الشائعة الاستعمال

(شكل ٣ ـ ٥)

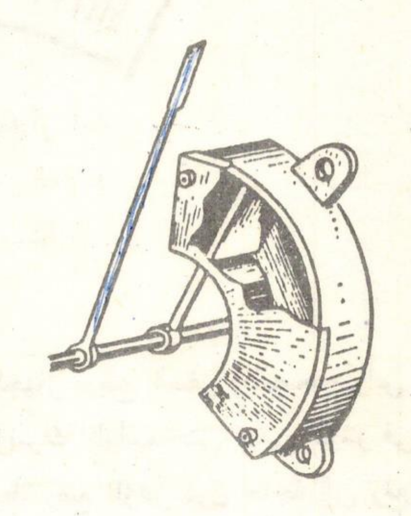
٣ ـ المؤشـــــر :

يجب أن يكون المؤشر خفيفا ومتينا ، وذلك لتقليل الأوزان على كراسى التحميل كلما أمكن ٠ ويستخدم الألمونيوم أو سبائكه فى صنع المؤشرات ، وتزود أجهزة القياس من مرتبة الدقة ١, ٪ ، ٢, ٪، ٥, ٪ بمؤشر طرفه على هيئة نصل السكين كما هو مبين بشكل (٣ ـ ٦)

مؤشر أجهزة القياس

الشائعة الإستعمال

من الألمونيوم ٠

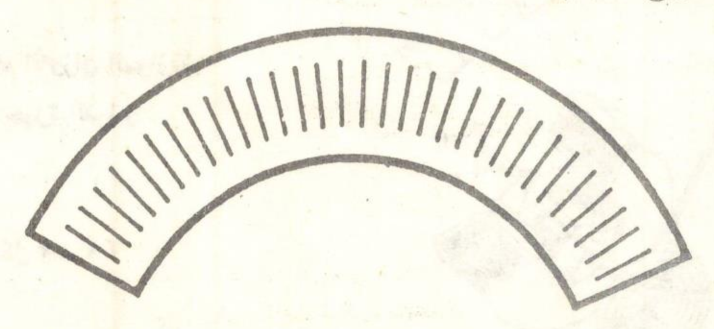


شكل (٣ ـ ٦)

٤ ـ التدريج (المقياس) :

هو عبارة عن شرائح مصنوعة من النخاس ، أو الزنك ، أو الالمونيوم ، أو البلاستيك ويلصق على سطحها ورق عليه تدريجات مرقمة بأعداد تبين مباشرة قيمة الكمية المقاسة ، أو قد تصنع التدريجات بالحفر الكيميائى على سطح المعدن ٠ وهناك نوعان من التدريج :ـ

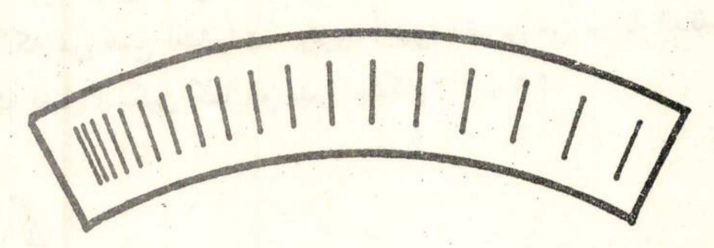
(أ) تدريج منتظم أو خطى وفيه تكون المسافة بين أى تدريجين متجاورين متساوية ويبين شكل (٣ ـ ٧) تدريج منتظم لجهاز قياس بملف متحرك بمرآة ومؤشر ٠



تدريج منتظم (خطى)

شكل (٣ ـ ٧)

(ب) تدريج غير منتظم (تربيعى أو لوغاريتمى) وفيه تكون المسافة بين تدريجين غير متساوية ويبين شكل (٣ ـ ٨) تدريج غير منتظم لجهاز قياس بقلب حديدى متحرك .



تدريج غير منتظم (غير خطى)

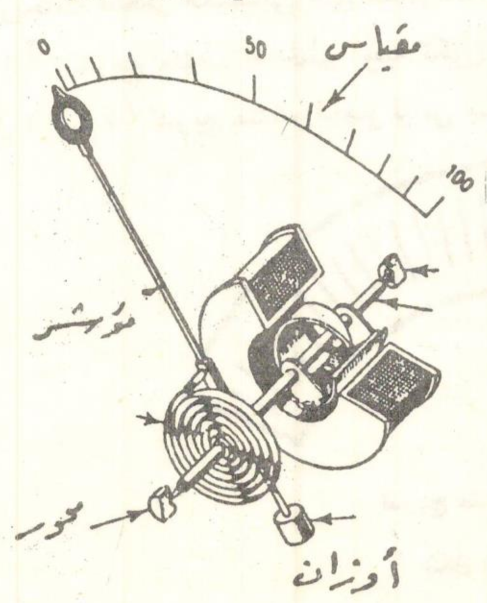
(شكل ٣ ـ ٨)

٥ ـ المصحح (ضابط نقطة الصفر) :

هو وسيلة تستخدم لوضع مؤشر مجموعة الحركة فى الجهاز موضع الصفر وللمصحح رأس بارزة على صندوق الجهاز ، وتؤدى إدارة الرأس ، إلى تحريك الزنبرك الملولب حتى يبقى المؤشر فى وضع الصفر عند بداية التشغيل ، ويمكن بواسطة المصحح ، ضبط وضع المؤشر دون حاجة إلى رفع غطاء الجهاز ويتضح ذلك فى شكل (٣ ـ ١) .

٦ ـ الاوزان الموازنة :

للعناية بموازنة الأجزاء المتحركة فى جميع أوضاع المؤشر ، وتجانس قوى الاحتكاك وعدم تأثر القراءة فى أى وضع من أوضاع الجزء المتحرك . توضع الاوزان الموازنة فى أذرع ملولبة مثبتة فى نهاية المؤشر يمكن ضبطها بسهولة . وتبين أشكال (٣ ـ ١) ، (٣ ـ ٩) تصنيع الأوزان الموازنة .



استخدام الأوزان الموازنة فى اجهزة القياس

(شكل ٣ ـ ٩)

٧ ـ المغناطيس الدائم :

تستعمل المواد المغناطيسية الصلبة لإعداد المغناطيسات الدائمة المستخدمة فى مختلف أجهزة القياس الكهربية والتى تتطلب وجود مغناطيس دائم وقوى فيها ٠ وحتى أوائل الستينيات كانت مغناطيسات الأجهزة تصنع من أحد أنواع الصلب المغناطيسى الآتية ؛

(أ) الصلب الكرومى ويتكون ٧ ٪ كربون ، ٢ ٪ كروم والباقى حديد ٠

(ب) الصلب التنجستى ويتكون من ٥،٨ ٪ تنجستن ، والباقى حديد .

(جـ) الصلب الكوبلتى ويتكون من كوبالت يتراوح بين ٩ ٪ إلى ٤٢ ٪ والباقى حديد أما حاليا فتصنع المغناطيسات الدائمة لأجهزة القياس من سبائك الحديد والنيكل والألمونيوم والتى يطلق عليها اسم « السبائك المغناطيسية الصلبة ٠ وتمتاز هذه السبائك الحديثة بإستقرار خواصها المغناطيسية ٠ وصغر حجمها وزيادة قوتها المغناطيسية وكبر مقدار المغناطيسية المتبقية بها ،

(٣ ـ ٥) جهاز القياس الحرارى

أجهزة القياس ذات السلك الحرارى:

التركيب يتركب جهاز القياس ذو السلك الحرارى كما أشكال (٣ ـ ١٠) ، (٣ ـ ١١) من : ـ

١ ـ سلك تسخين مصنوع من سبيكة من البلاتين والإيريديوم (نقطة انصهارها تصل إلى ٢٣٠٠ مْ) أو من سبيكة البلاتين والفضة ويتراوح طول السلك من ١٠٠ ـ ١٦٠ مم ويتراوح قطرها من ٠،٣ ـ ٠،٥ مم وتثبت على نقطتين فى الجهاز (أ ، ب)

٢ ـ سلك آخر عمودى على سلك التسخين ويسمى سلك التوتر ، ويعقد أحد طرفيه عند نقطة متوسطة بسلك التسخين ، ويثبت الطرف الآخر من سلك التوتر بنقطة بالجهاز .

٣ ـ خيط حرير ويعقد أحد طرفيه بسلك التوتر ، ويثبت الطرف الآخر لخيط الحرير بسلك زنبركى ، ويمر الخيط الحرير على بكرة ٠

٤ ـ بكرة يمر عليها خيط الحرير وتحمل عمود الدوران ، المثبت بها المؤشر ٠

٥ ـ عمود الدوران ٠

٦ ـ مؤشر يتحرك بحركة عمود الدوران أمام التدريج ٠

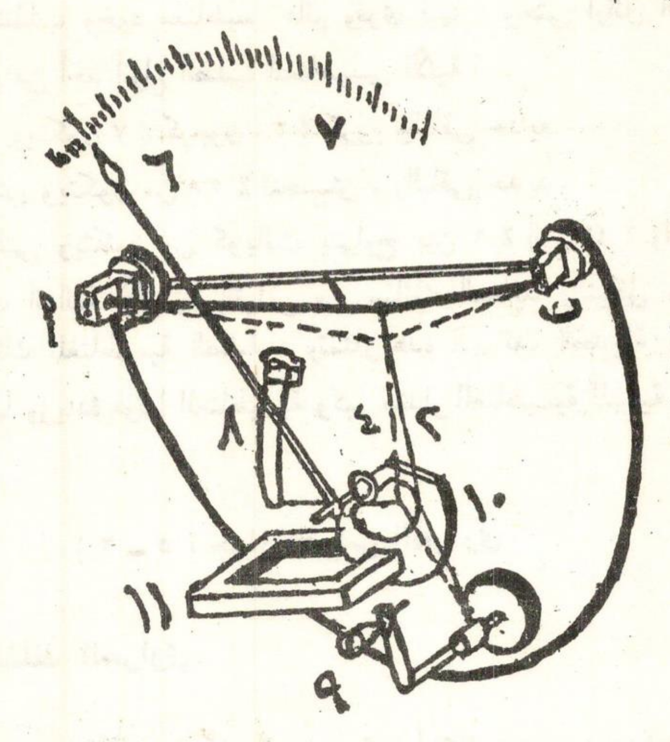
٧ ـ تدريج يتحرك أمامه المؤشر وهو غير منتظم ٠

٨ ـ سلك زنبركى يتصل أحد طرفيه بخيط الحرير والطرف الآخر بنقطة بالجهاز ، وفائدته التحكم فى عملية الشد ٠

٩ ـ مسمار محورى لضبط المؤشر على صفر التدريج للجهاز ٠

١٠ ـ قرص رقيق من الالمونيوم مثبت مع محور المؤشر يوضع بين قطبى مغناطيس دائم لمنع ذبذبة المؤشر ٠

١١ ـ مغناطيس دائم ٠



جهاز القياس الحرارى

(شكل ٣ ـ ١٠)

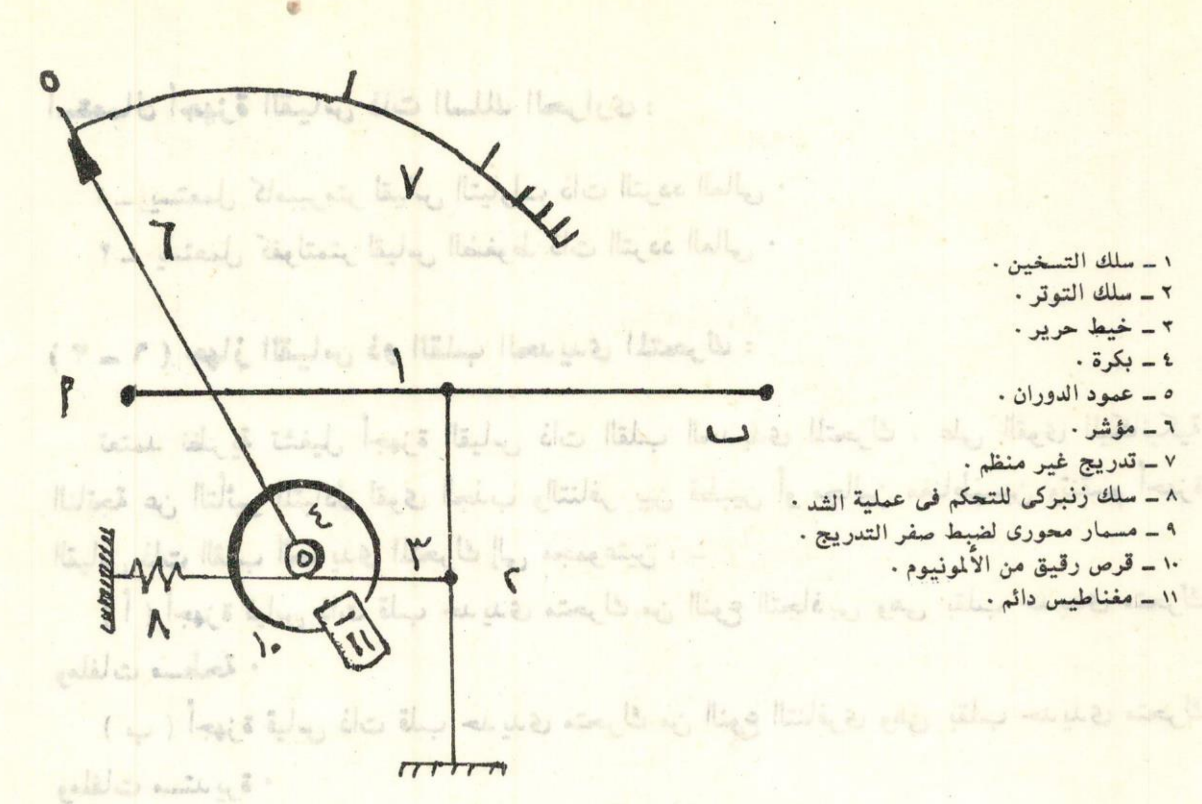
نظرية التشغيل :

تعتمد نظرية تشغيل هذا الجهاز على التأثير الحرارى للتيار الكهربى بمعنى أنه عند مرور تيار كهربى (سواء كان مستمرا أو متغيرا) فى سلك ينتج عنه كمية من الحرارة تتناسب مع مربع شدة التيار تؤدى إلى تمدده ٠ عند مرور التيار فى سلك التسخين.

١ ـ فإنه يسخن ويتمدد ويميل إلى الإرتخاء ، وينتقل هذا الإرتخاء إلى سلك التوتر .

٢ ـ ومنه إلى سلك الحرير ويعمل السلك الزنبركى على شد الخيط الحرير فتدور البكرة بحركة المؤشر أمام التدريج الذى يوضح قيمة التيار المطلوب قياسه ٠

وتنتج قوى التحكم بواسطة السلك الزنبركى أما قوى التخميد فتتم عن طريق قرص رقيق موضوع داخل مغناطيس دائم.فعند دوران القرص فإنه يقطع المجال المغناطيسى للمغناطيس الدائم فتتولد فيه تيارات إعصارية ينتج عنها قوى التخميد التى تعمل على منع ذبذبة المؤشر .



مكونات جهاز القياس الحرارى
(شكل ٣ ـ ١١)

مزايا أجهزة القياس ذات السلك الحرارى :

١ ـ تستخدم لقياس كل من التيار المستمر أو التيار المتردد .

٢ ـ لا تتأثر بالمجالات المغناطيسية الشاردة .

٣ ـ لا تتأثر بالتردد أو بشكل الموجة فى حالة استعمالها لقياس التيار المتردد .

عيوب أجهزة القياس ذات السلك الحرارى :

١ ـ نظرا لأن الحرارة المتولدة فى سلك التسخين تتناسب مع مربع التيار لذلك نجد أن التدريج تربيعى (غير منتظم) .

٢ ـ نظرا لأن تسخين وتمدد السلك يحدث بالتدريج فإن إنحراف المؤشر يستغرق وقتا طويلا عن إنحراف المؤشر فى أجهزة البيان الأخرى .

٣ ـ وضع المؤشر على صفر التدريج يحتاج إلى ضبط بإستمرار .

٤ ـ تتأثر بتغير درجة الحرارة المحيطة .

٥ ـ انخفاض مرتبة دقتها .

٦ ـ زيادة القدرة المفقودة .

استعمال أجهزة القياس ذات السلك الحرارى :

١ ـ يستعمل كامبيرمتر لقياس التيارات ذات التردد العالى .
٢ ـ يستعمل كفولتمتر لقياس الضغوط ذات التردد العالى .

(٢ ـ ٦) جهاز القياس ذو القلب الحديدى المتحرك :

تعتمد نظرية تشغيل أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك ، على القوى الميكانيكية الناتجة عن التأثير المتبادل لقوى الجذب والتنافر بين قطبين أو مجالين مغناطيسين وتنقسم أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك إلى مجموعتين : ـ

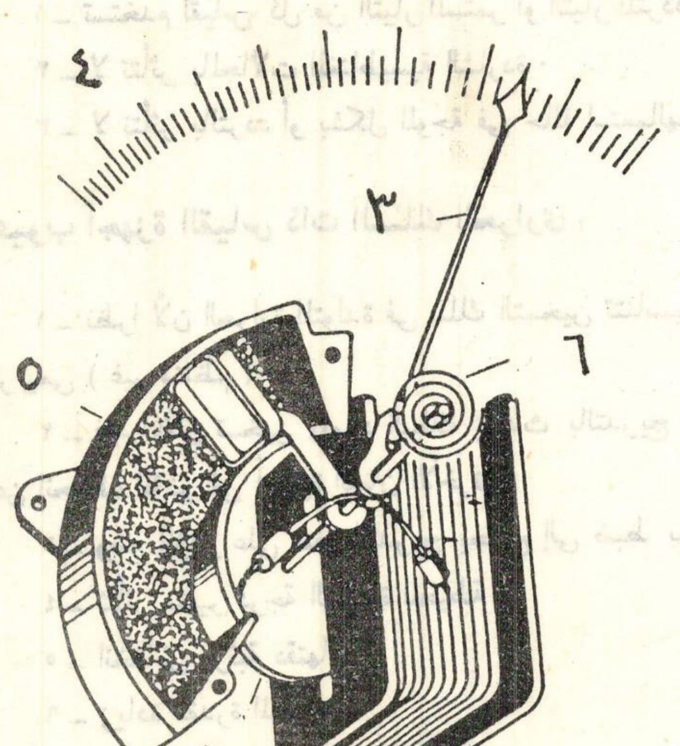
(أ) أجهزة قياس ذات قلب حديدى متحرك من النوع التجاذبى وهى بقلب حديدى متحرك وملفات مسطحة .

(ب) أجهزة قياس ذات قلب حديدى متحرك من النوع التنافرى وهى بقلب حديدى متحرك وملفات مستديرة .

أ ـ أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك من النوع التجاذبى :

ـ التركيب :

يتركب جهاز القياس ذو القلب الحديدى المتحرك من النوع التجاذبى كما فى اشكال (٣ ـ ٣) (٣ ـ ١٢) من الآتى : ـ



جهاز القياس ذو القلب المتحرك التجاذبى

شكل (٣ ـ ١٢)

١ - ملف مغناطيسى مفلطح مستطيل الشكل يتكون من عدد معين من اللفات ويتوقف عدد لفات الملف وكذلك مساحة مقطع السلك المستعمل على إستعمال الجهاز فاذا أستعمل الجهاز كأمبير فان عدد لفات الملف يكون قليلا ومن سلك ذو مساحة مقطع سميك حتى تكون المقاومة الداخلية له صغيرة أما إذا أستعمل الجهاز كفولتميتر فإن عدد لفات الملف يكون كبيرا ومن سلك ذو مقطع رفيع حتى تكون المقاومة الداخلية له كبيرة ويوجد بالملف وفى منتصفة فتحة على هيئة مجرى .

٢ - قرص صغير مصنوع من الحديد المطاوع وله شكل خاص يتحرك فى فتحه الملف ويرتكز على محور دوران ويزود القرص بمؤشر .

٣ - مؤشر يتحرك بحركة القرص .

٤ - تدريج يتحرك أمامه المؤشر وهو غير منتظم .

٥ - ذراع مكبس هوائى كما فى شكل (٣ - ٣) أو ريشة من الألمونيوم تتحرك داخل غرفة هوائية كما فى شكل (٣ - ١٤) لمنع تذبذب المؤشر .

٦ - ثقل التحكم كما فى شكل (٣ - ٣) أو زنبرك التحكم كما فى شكل (٣ - ١٢) .

٧ - ثقل إتزان .

نظرية التشغيل

عندما يمر تيار فى الملف المغناطيسى فإنه ينشأ مجال مغناطيسى يكون أقوى ما يمكن داخل الملف ويتناسب فى شدته مع شدة التيار ويعمل هذا المجال على مغنطة قرص الحديد فينجذب إلى داخل فتحة الملف لمسافة معينة وعند حركة القرص فإن المؤشر يتحرك على التدريج وقوة الإنحراف لهذا الجهاز تتناسب مع مربع التيار وعند إنقطاع التيار فان قرص الحديد يفقد مغنطيته ويخرج للخارج ويعود المؤشر لوضع الصفر بفعل ثقل التحكم (٣ - ٣) أو بفعل قوى الزنبرك (٣ - ١٢)

(ب) أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك من النوع التنافرى

التركيب :

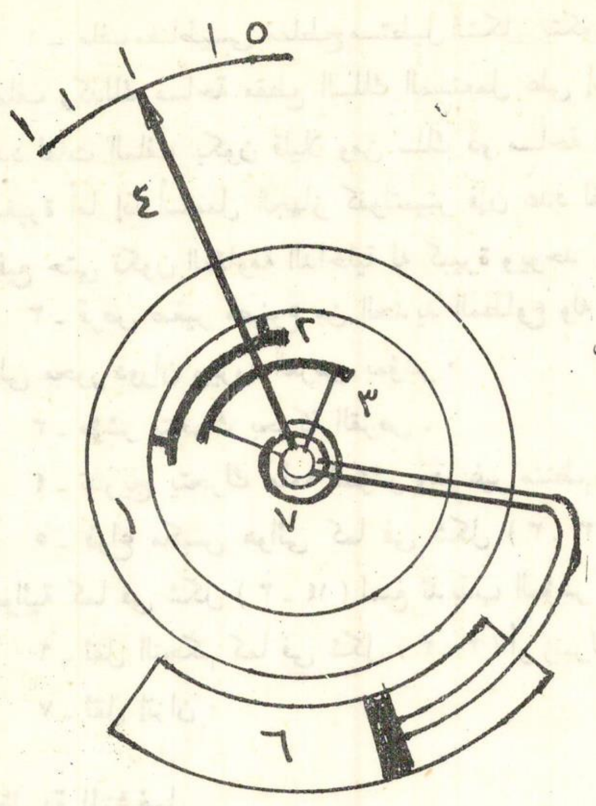
يتركب جهاز القياس ذو القلب الحديدى المتحرك من النوع التنافرى كما فى شكل (٣ - ١٣) و (٣ - ١٤) من الآتى :

١ - ملف مغناطيسى يتوقف عدد لفاته وكذلك مساحة مقطع السلك المستعمل على إستعمال الجهاز كما سبق ذكره فى النوع التجاذبى .

٢ - قطعه صغيرة من الحديد المطاوع مثبته بالملف .

٣ - قطعة صغيرة من الحديد المطاوع حرة الحركة وترتكز على محور الدوران .

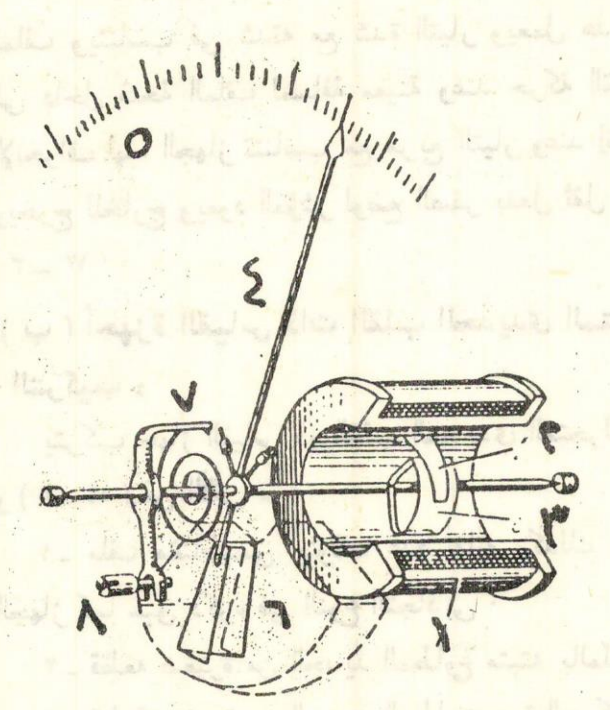
٤ - مؤشر الجهاز ويتحرك بحركة عمود الدوران المثبت عليه قطعة الحديد المطاوع الحرة الحركة .



جهاز القياس ذات القلب الحديدى المتحرك من النوع التنافرى

١ ـ ملف مغناطيسى
٢ ـ قطعة من الحديد المطاوع مثبتة بالملف
٣ ـ قطعة من الحديد المطاوع حرة الحركة
٤ ـ مؤشر ..
٥ ـ تدريج غير منتظم .
٦ ـ ذراع مكبس هوائى
٧ ـ زنبرك التحكم
٨ ـ مسمار ضبط الصفر

شكل (٣ ـ ١٣)



جهاز القياس ذات القلب الحديدى المتحرك من النوع التنافرى

شكل (٣ ـ ١٤)

٥ ـ تدريج يتحرك أمامه المؤشر وهو غير منتظم ·

٦ ـ ذراع مكبس هوائى كما فى شكل (٣ ـ ١٣) أو ريشة من الألمونيوم تتحرك داخل غرفة هوائية كما فى شكل (٣ ـ ١٤) لمنع تذبذب المؤشر ·

٧ ـ زنبرك التحكم ·

٨ ـ مسمار محورى لضبط المؤشر على صفر التدريج للجهاز ·

نظرية التشغيل

عندما يمر تيار فى الملف المغناطيسى فانه ينشأ أقطاب مغناطيسية متشابهة القطبية فى كل من قطعتى الحديد المطاوع (٢ ـ ٣) وبالتالى تنشأ بينهما قوة تنافر ونتيجة لقوة التنافر فإن قطعة الحديد المطاوع حرة الحركة تتحرك مبتعدة عن القطعة الأخرى الثابتة فيتحرك معها عمود الدوران والمؤشر وقوة الانحراف فى هذا النوع تتناسب أيضا مع مربع التيار وعند انقطاع التيار فان قطعتى الحديد المطاوع الثابتة والحرة تفقدان المغناطيسية ويعود المؤشر إلى وضع الصفر على التدريج بفعل قوة الزنبرك ·

مزايا أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك :

١ ـ تستعمل لقياس كل من التيارين المستمر والمتغير ·

٢ ـ سهلة التصميم ورخيصة الثمن وتتحمل التيارات الزائدة ·

عيوب أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك :

١ ـ القدرة المفقودة به عالية نسبيا ·

٢ ـ أنخفاض دقة القياس لهذه الأجهزة ولذلك لا يمكن استخدامها لقياس الضغوط والتيارات المنخفضة ·

٣ ـ عدم انتظام التدريج (قد أمكن حديثا الحصول على تدريج قريب من التدريج الخطى باختيار الشكل المناسب للقلب الحديدى ومراعاة اختيار موضعها بالنسبة للملف) ·

٤ ـ تتأثر بتغير التردد لتغير ممانعة الملف ولذا لا يمكن استخدامها فى حالة الترددات العالية ·

٥ ـ تتأثر بالمجالات المغناطيسية الخارجية (الشاردة) ·

استعمال اجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك :

١ ـ تستعمل كأمبير متروفولتمتر ·

٢ ـ تستعمل لقياس معامل القدرة والتردد بعد اجراء بعض التعديلات عليها ·

(٣ - ٧) جهاز القياس ذو الملف المتحرك

تنقسم هذه الاجهزة الى نوعين،
(أ) النوع ذو المغناطيس الدائم.
(ب) النوع الدينامومتريى (الكهرودياناميكى).

(أ) أجهزة القياس ذات المغناطيس الدائم:

التركيب: يتركب هذا الجهاز كما فى أشكال (٣ - ١٥)(٣ - ١٦) من الأجزاء الآتية :

١ - مغناطيس دائم على شكل حذاء الفرس مصنوع من أحد السبائك الحديثة.

٢ - قطبين مغناطيسيين على هيئة حذاء مثبتين فى كل نهاية من نهايتى المغناطيس الدائم وتصنع من الحديد المطاوع.

٣ - أسطوانة من الحديد المطاوع وبينهما وبين أحذية القطب ثغرة هوائية والغرض من هذه الاسطوانة هو جعل المجال المغناطيسى منتظم فى الثغرة الهوائية وتقليل المقاومة المغناطيسية بين الأقطاب.

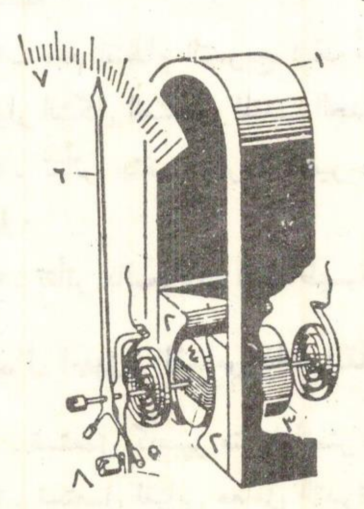
٤ - ملف مستطيل يحيط بالأسطوانة مصنوع من سلك النحاس المعزول وملفوف على إطار خفيف من الألمونيوم مثبت فى محور يرتكز طرفاه على قطعتين من العقيق لتقليل الاحتكاك وتسهيل دوران الملف حول الاسطوانة والغرض من الإطار الألمونيوم هو منح ذبذبة المؤشر عن طريق التيارات الاعصارية.

٥ - زنبركين من البرونز الفسفورى للتحكم فى حركة الملف وهما ملفوفان فى إتجاهين متضادين ويدخل التيار إلى الملف عن طريق أحد الزنبركين ويخرج من الزنبرك الآخر.

٦ - مؤشر الجهاز ويتحرك على تدريج منتظم يتحرك بحركة الملف المتحرك.

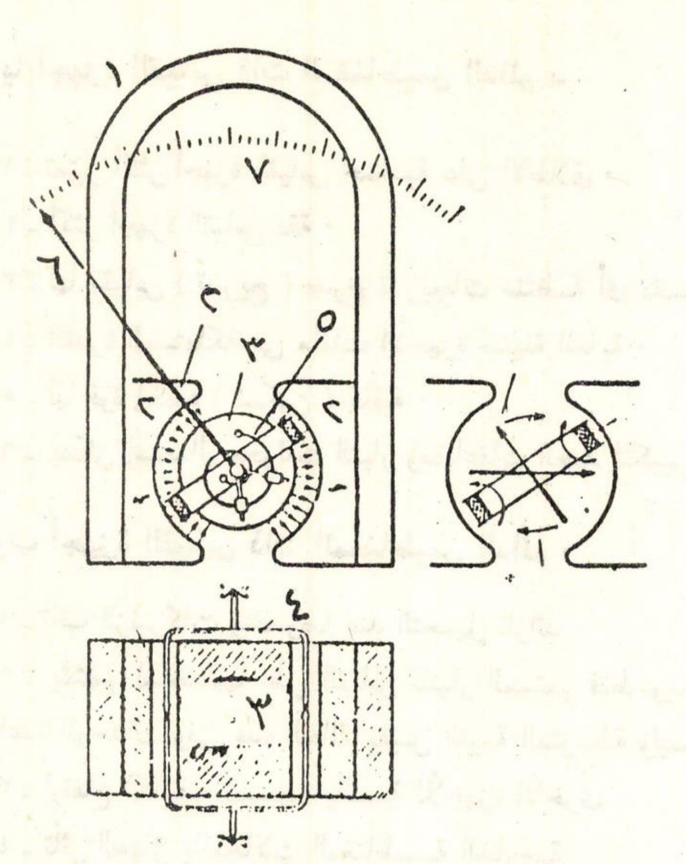
٧ - تدريج يتحرك أمامه المؤشر وهو منتظم.

٨ - مسمار محورى لضبط المؤشر على صفر التدريج للجهاز.



جهاز القياس ذو الملف المتحرك (مغناطيس دائم)

شكل (٣ - ١٥)



١ ـ مغناطيس دائم على شكل حذاء الفرس
٢ ـ قطبين مغناطيسين
٣ ـ اسطوانة من الحديد المطاوع
٤ ـ ملف مستطيل
٥ ـ زنبركين من البرونز الفوسفورى
٦ ـ مؤشر
٧ ـ تدريج منتظم
٨ ـ مسمار ضبط صفر التدريج

جهاز القياس ذو الملف المتحرك (مغناطيس دائم)

شكل (٢ ـ ١٦)

نظرية التشغيل :

يولد المغناطيس الدائم مجالاً مغناطيسيا شديدا فى الثغرة الهوائية ويوزع هذا المجال المغناطيسى بالتساوى بواسطة أحذية القطب والقلب الحديدى الاسطوانى (مجال متجانس) وعندما يسرى التيار المستمر فى الملف يحدث تأثير متبادل بين المجال المغناطيسى المنتظم الدائم وبين المجال الناشىء حول الملف عندئذ ينشأ عزم الدوران ويتحرك الملف مطابقا لعزم الدوران وحيث أن الملف المتحرك موجود فى مجال مغناطيسى ثابت فإن عزم الدوران يزداد ويتناقص تبعا لشدة التيار ونتيجة لذلك يكون التدريج منتظما فى جهاز القياس ذى الملف المتحرك من الصفر حتى القيمة النهائية ويتحرك المؤشر إلى أن يصبح عزم دوران الملف متعادلاً مع العزم المضاد للزنبرك اللولبى وعندما ينقطع التيار يرتد المؤشر الى وضع الصفر نتيجة لقوى الزنبرك المضادة .

المجال المغناطيسى للمغناطيس الدائم له اتجاه واحد دائماً ونتيجة لذلك يتوقف أتجاة دوران الملف على أتجاة التيار فيه (قاعدة فلمنج لليد اليسرى) ويستخدم جهاز القياس ذات نقطة الصفر على الجانب لاتجاه واحد فقط للتيار ونتيجة لذلك فهى تستخدم للتيار المستمر فقط ولتجنب الانحراف الخاطىء للمؤشر يزود أحد أطراف التوصيل بعلامة (+) لكى يوصل بها الطرف الموجب والطرف الآخر بعلامة (ـ) لكى يوصل لها الطرف السالب .

مزايا أجهزة القياس ذات المغناطيس الدائم :-

١ - تعتبر أكثر أجهزة القياس حساسية على الاطلاق .
٢ - أكثر أجهزة القياس دقة .
٣ - لها مقياس (تدريج) مدرج تدريجات منتظمة أى مقسمة تقسيما خطياً .
٤ - القدرة المستهلكة فى ملفات الأجهزة ضئيلة للغاية .
٥ - لها قوة إخماد (تسكين) كافية .
٦ - يمكن إستعمال مجزئات التيار ومضاعفات الجهد لتكبير مدى القراءة للجهاز .

عيوب أجهزة القياس ذات المغناطيس الدائم :

١ - تلف الزنبركات وخصوصا عند التحميل الزائد .

٢ - يقتصر إستخدامها على القياس للتيار المستمر فقط ويمكن استخدامها لقياس التيار المتغير بمساعدة الموحدات وفى هذه الحالة يقيس القيمة المتوسطة وليست القيمة الفعالة .

٣ - ارتفاع تكاليف تصنيعها بالنسبة للأجهزة الأخرى .

٤ - تأثر الجهاز بالمجالات المغناطيسية الخارجية .

استعمال أجهزة القياس ذات المغناطيس الدائم :

١ - يستعمل كأمبيرمتر .
٢ - يستعمل كفولتمتر .
٣ - يستعمل كأوممتر لقياس المقاومات .
٤ - يستعمل كأفومتر لقياس كل من شدة التيار والضغط والمقاومة .

(ب) أجهزة القياس الديناموترية (الكهروديناميكية) :

التركيب :- يتركب هذا الجهاز كما فى شكل (٣ - ١٧) (٣ - ١٨) من الأجزاء الآتية :-

١ - ملف المجال (أ) وهو ملف ثابت مكون من جزئين موضوعين بجوار بعضهما وقلبهما هوائى .

٢ - ملف المؤشر (ب) وهو ملف متحرك يوضع داخل الملف الثابت يتحرك حول محور يحمل فى أعلاه مؤشر .

٣ - زنبركين يوصلان التيار إلى الملف المتحرك ويستعملان فى نفس الوقت للحصول على قوة التحكم .

٤ ـ مؤشر يتصل بالملف المتحرك ويتحرك على تدريج ٠

٥ ـ تدريج يتحرك أمامة المؤشر وهو غير منتظم ٠

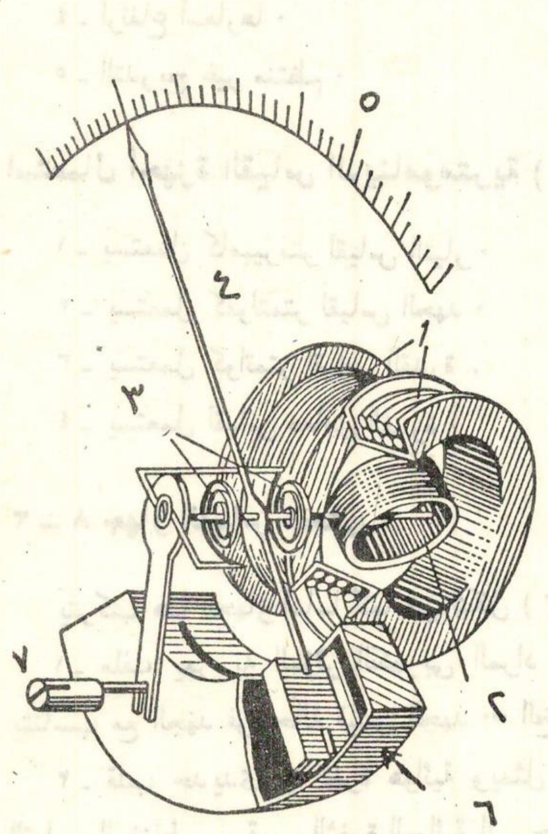
٦ ـ غرفة هوائية يتحرك فيها جناح خفيف من الألومنيوم متصل بالمؤشر وذلك لمنع ذبذبة المؤشر ٠

٧ ـ مسمار محورى لضبط المؤشر على صفر التدريج للجهاز .

نظرية التشغيل

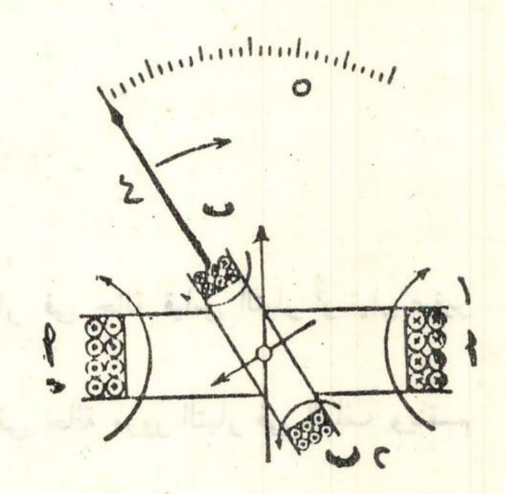
تعتمد نظرية تشغيل أجهزة القياس الدينامو مترى على التأثير المتبادل لقوى الجذب أو التنافر بين مجالين مغناطيسين ناشئين من مرور تيارين بملفين متجاورين أحدهما ثابت والآخر قابل للحركة ولذلك عندما يوصل الملفان بالتيار وهما فى الاتجاه المفروض والمبين فى شكل (٣ ـ ١٧) عندئذ يولد فى كل ملف مجالا مغناطيسيا يكون موازيا لمحور هذا الملف كما بالشكل وتسعى المجالات المغناطيسية لكى تأخذ اتجاهاً واحداً متوازياً ونتيجة لذلك يتحرك الملف المتحرك (ملف المؤشر) ويتوقف مقدار قوة الدوران على شدة التيار فى الملف الثابت وكذلك فى الملف المتحرك ٠

١ ـ ملف المجال ٠
٢ ـ ملف المؤشر ٠
٣ ـ زنبركين لتوصيل التيار والتحكم ٠
٤ ـ مؤشر
٥ ـ تدريج غير منتظم
٦ ـ غرفة هوائية
٧ ـ مسمار لضبط صفر التدريج ٠



جهاز القياس الدينامو مترى

شكل (٣ ـ ١٨)



جهاز القياس الدينامو مترى

شكل (٣ ـ ١٧)

وإذا انعكس اتجاه التيار فى الملفات الثابتة فإنه ينعكس كذلك فى الملف المتحرك ولذلك يصلح هذا الجهاز للإستعمال فى دوائر التيار المستمر والتيار المتغير ولما كانت القراءة تتناسب مع حاصل ضرب التيارين المارين فى الملفين لذلك نجد أن تدريج المقياس تربيعيا أى غير منتظم ٠

مزايا أجهزة القياس الدينامومترية (الكهروديناميكية) :

١ - الدقة العالية ٠

٢ - صلاحيتها للإستعمال فى دوائر التيار المستمر والتيار المتردد .

عيوب أجهزة القياس الدينامومترية (الكهروديناميكية) :

١ - زيادة القدرة المفقودة فى دوائرها بدرجة كبيرة ٠

٢ - تأثرها بالمجالات المغناطيسية الشاردة ٠

٣ - عدم تحملها للتيارات الزائده ٠

٤ - ارتفاع أسعارها ٠

٥ - التدريج غير منتظم ٠

استعمال أجهزة القياس الدينامومترية (الكهروديناميكية) :

١ - يستعمل كامبيرمتر لقياس التيار ٠

٢ - يستعمل كفولتمتر لقياس الجهد ٠

٣ - يستعمل كواتمتر لقياس القدرة .

٤ - يستعمل لقياس معامل القدرة ٠

٣ ــ ٨ جهاز القياس الحثى :

يتركب هذا الجهاز أساسا كما فى شكل (٣ ــ ١٩) من :

١ - ملف يمر به المؤثر الكهربى المراد قياسه (التيار فى حالة قياس التيار أو تيار صغير يتناسب مع الجهد فى حالة قياس الجهد ... الخ)٠

٢ - قلب حديدى به ثغرة هوائية ويمثل مغناطيس فى حالة مرور التيار فى الملف وينقسم القطب المغناطيسى قرب الثغرة الهوائية إلى جزئين ٠

٣ - حلقة نحاسية موضوعة على أحد شطرى القطب المغناطيسى وحرة الحركة وتعمل كملف ثانوى على القصر ٠

٤ ـ قرص من الألمونيوم يتحرك خلال الثغرة الهوائية يرتكز على محور به ترس يمكن أن ينقل الحركة ٠

٥ ـ زنبرك مثبت فى القرص ليتحكم فى حركته :

٦ ـ مؤشر متصل بقرص على شكل ترس يرتكز بحيث يلامس محور القرص وبذلك تنتقل الحركة عن طريق هذه التروس إلى المؤشر الذى يتحرك على تدريج غير منتظم ٠

نظرية عمله :

عندما يمر تيار كهربى فى الملف فإنه يولد فيضا مغناطيسيا يمر فى القلب الحديدى والثغرة الهوائية وينقسم هذا الفيض المغناطيسى عند طرفى القطب أحدهما يمر فى القسم المحاط بالحلقة النحاسية والآخر تعمل الحلقة النحاسية كملف ثانوى على القصر فيتولد فيها ق ٠ د ٠ ك ٠ وبذلك يمر بها تيار كهربى هو الآخر يولد فيضا مغناطيسيا يمر فى القلب الحديدى والثغرة الهوائية وتكون المحصلة النهائية للفيض المغناطيسى غير عمودى على محور القرص نتيجة لهذا الفيض تتولد تيارات داخلية داخل القرص الألومنيوم وبتطبيق قاعدة لنز لليد اليسرى فإنه ينشأ عزم على القرص يدفعه للحركة فيتحرك ويحرك معه المؤشر الدال على القيمة ٠

استخداماته :

١ ـ يستخدم كأميتر بحيث يوصل الملف على التوالى مع الدائرة المراد قياس التيار المار بها ٠

٢ ـ يستخدم كفولتميتر بحيث يوصل الملف على التوازى عن طريق مقاومة عالية جداً مع الجهد ٠

٣ ـ يستخدم فى قياس القدرة الفعالة (وات) وفى هذه الحالة فإنه يتكون من ملفين أحدهما يوصل على التوالى مع التيار والآخر يوصل على التوازى مع الجهد عن طريق مقاومة عالية جداً ويتناسب العزم على القرص مع حاصل ضرب الجهد فى التيار وجيب تمام الزاوية التى بينهما ٠

٤ ـ يستخدم فى قياس القدرة الغير فعالة (فار) وذلك بتوصيل ملف الجهد محاثة عالية جداً ٠

٥ ـ يستخدم فى قياس الطاقة :ـ

يستخدم لقياس الطاقة (ك ٠ و ٠ س) وهى العدادات الموجودة لقياس الاستهلاك الكهربى وفى هذه الحالة لا يوصل القرص بقوة تحكم ولكن يتحرك بإستمرار وأثناء حركته فإنه يحرك عدة تروس تحرك معها أرقام تدل على الاستهلاك ٠

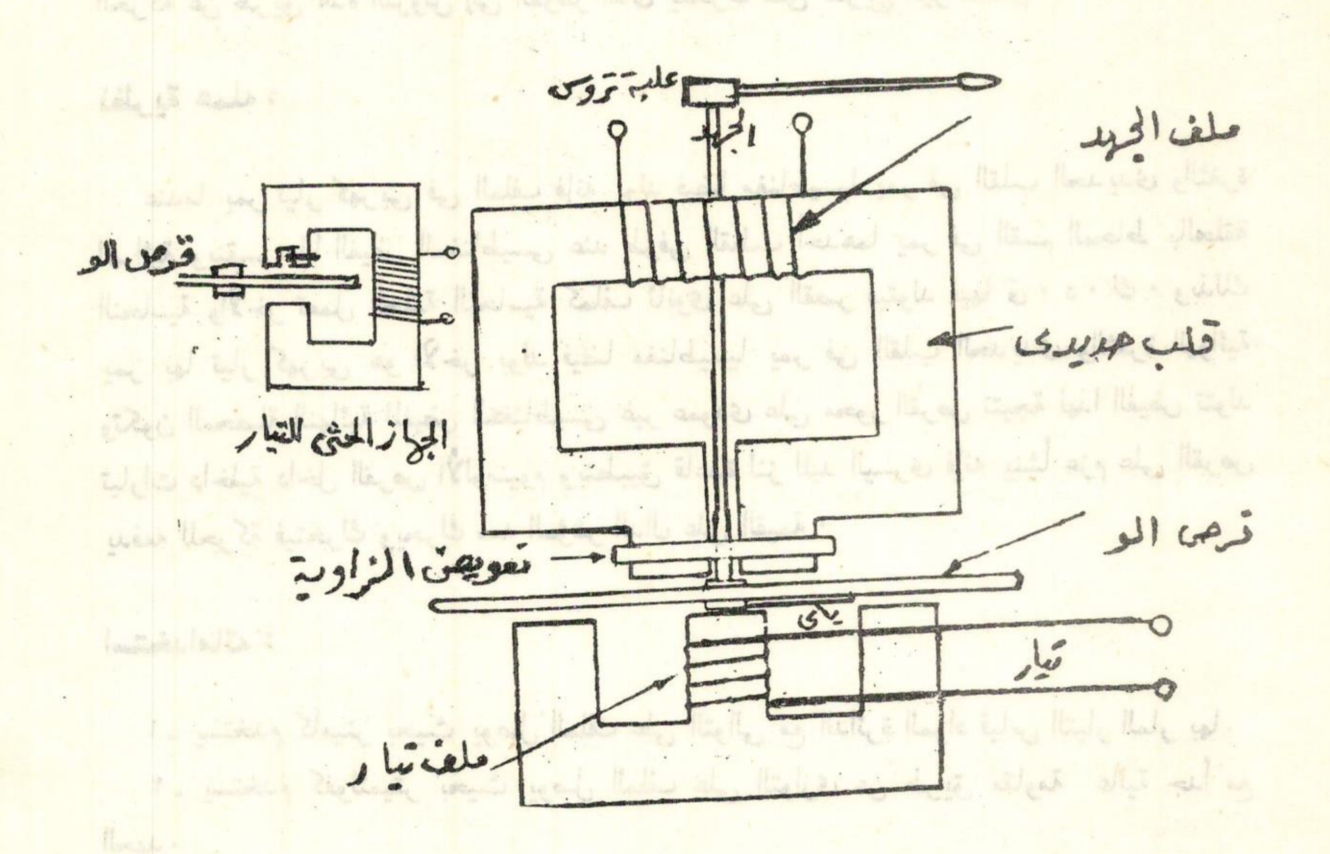
٦ ـ يستخدم فى أجهزة الوقاية ٠

فالعزم المتولد فى القرص الألمونيوم كبير نسبياً بالنسبة الى غيره ولذلك عندما يزيد التيار عن حد معين يمكن للقرص أن يحرك المؤشر لكى يعمل على توصيل دائرة فصل للنظام ٠

عيوبه :

١ - عدم انتظامية التدريج فى حالة الجهد والتيار .

٢ - لا يستخدم الا فى حالة التيار المتردد فقط .



شكل (٣ - ١٩) جهاز القياس الحثى للقدرة

١ - ملف يمر به المؤثر الكهربى .

٢ - قلب حديدى .

٣ - حلقة قصر نحاسية على أحد جزئى القطب العلوى للثغرة الهوائية .

٤ - قرص من الألمونيوم .

٥ - زنبرك .

٦ - مؤشر

٧ - تدريج غير منتظم .

٣ ـ ٩ جهاز القياس الاستاتيكى

التركيب : يتركب هذا الجهاز كما فى شكل (٣ ـ ٢٠) من الأجزاء الآتية :

١ ـ لوحتين من المعدن متوازيين وثابتين ومتصلين معا ويتصلا بأحد طرفى الدائرة الكهربية .

٢ ـ لوح من الألمونيوم مربع دائرى متحرك مركب على عمود دوران ، ويتصل بطرف الدائرة الكهربية الثانى .

٣ ـ زنبركان لولبيان تثبت بالعمود الدوار المتصل باللوح المتحرك لتحقق نظام التحكم .

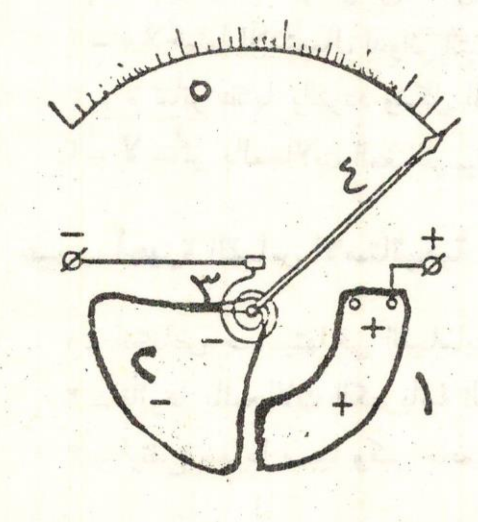
٤ ـ مؤشر الجهاز ويتحرك بحركة اللوح المتحرك .

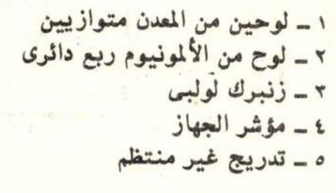
٥ ـ تدريج يتحرك أمامه المؤشر وهو غير منتظم .

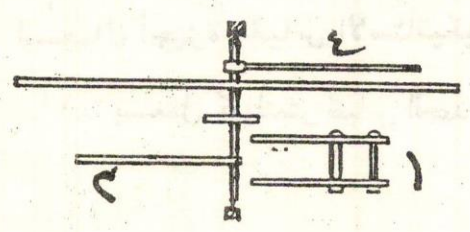
ويلاحظ أن قوة الاخماد (التسكين) فى الأجهزة تتم بطريقتين :

الطريقة الأولى : باستخدام التيارات الإعصارية المتولدة فى رقيقة من الألمونيوم مثبتة بالعمود الدوار . وتتحرك فى ثغرة هوائية لمغناطيس دائم ، فتتولد أثناء الحركة تيارات إعصارية ، تعمل على تخميد ذبذبة المؤشر وثبات القراءة .

الطريقة الثانية : فتتم بتثبيت كباس بعمود الدوران ، ويعمل الكباس داخل إسطوانة مغلقة من أحد طرفيها .







جهاز قياس الاستاتيكى
(شكل ٣ ـ ٢٠)

نظرية التشغيل :

تعتمد نظرية تشغيل أجهزة القياس الاستاتيكية (الكهروستاتيكية) على قوة الجذب أو التنافر الناتجة من التأثير المتبادل بين المجالات الكهربائية الناشئة على لوحين معدنين (أو اكثر) متقاربين وبينهما عازل مناسب ٠ فإذا سلط جهد مناسب بين الألواح الثابتة والمتحـركة ، ينشأ مجال كهربائى فى الفراغ الذى يفصل اللوحين وتكون الشحنة الموجودة على أحد اللوحين موجبة ، والشحنة على اللوح الآخر سالبة ٠ ولما كانت الشحنات المختلفة القطبية تتجاذب ، لذلك تنشأ قوة تجاذب بين اللوحين الثابتين وبين اللوح المتحرك وبواسطة قوة التجاذب هذه يمكن قيـاس الجهد المسلط عبر الألواح الثابتة والألواح المتحركة وتعمل هذه الأجهزة مع دوائر التيار المستمر ودوائر التيار المتردد ، ومن المعروف أن قوى التجاذب تتناسب مع حاصل ضرب الشحنتين الموجودتين على سطحى الألواح الثابتة والمتحركة ٠ وحيث ان الشحنتين المتولدتين متساويتان وناتجتان من الجهد المراد قياسه لذلك فإن عزم الدوران يتناسب مع مربع الجهد المقاس فى الدائرة لذلك نجد تدريج المقياس تربيعيا أى غير منتظم ٠

مزايا اجهزة القياس الاستاتيكية :

١ ـ عدم وجود فقد يذكر فى القدرة ٠
٢ ـ صلاحيتها للاستعمال لدوائر التيار المستمر والتيار المتردد ٠
٣ ـ لا تتأثر دقتها بالتردد وشكل الموجة ٠
٤ ـ لا تتأثر بالمجالات المغناطيسية الشاردة ٠

عيوب أجهزة القياس الاستاتيكية :

١ ـ أنخفاض حساسيتها فى القياسات الضعيفة ٠
٢ ـ تأثرها بالمجالات الكهربائية الشاردة ٠
٣ ـ ارتفاع سعرها نسبيا وكبر حجمها ٠

استُعمال أجهزة القياس الاستاتيكية (الكهروستاتيكية) :

١ ـ يستعمل كفولتمتر لقياس الجهد ٠

(٣ ـ ١٠) ملخص لأهم عناصر الباب الثالث

● الأسس الكهربائية لتشغيل أجهزة القياس :

- تأثير كهرومغناطيسى (حثى) .
- تأثير حرارى .
- تأثير كيميائى .
- تأثير كهروضوئى .
- تأثير كهرو ستاتيكى .

● **القوى الميكانيكية اللازمة لكى يعمل جهاز قياس :**

- قوى الدفع (عزم الانحراف) .
- قوى التحكم (عزم التحكم) .
- قوى التخميد (عزم التسكين) .
- قوى الاحتكاك .

● **قوى الدفع (عزم الانحراف) :**

هى القوى التى تحول التيار الكهربى أو الظواهر المصاحبة له إلى قوى ميكانيكية تعمل على تحريك أو إدارة الجزء القابل للحركة بجهاز القياس .

● **قوى التحكم (عزم التحكم) :**

هى عبارة عن قوى مضادة لقوى الدفع وكلما زادت قوة الدفع زادت أيضا قوة التحكم ويقف المؤشر عندما يتساوى قوة الدفع وقوة التحكم .

● **قوى التخميد (عزم التسكين) :**

هى عبارة عن قوى لتحقيق ثبات المؤشر بسرعة فى وضعه الجديد وبحيث تمنع هذه القوى التذبذب للمؤشر عند دوران الجزء المتحرك بالجهاز .

● **قوى الاحتكاك :**

هى القوى الناتجة فى كراس التحميل التى يدور فيها عمود الدوران .

- للحصول على قوى التحكم بأجهزة القياس يستخدم :

١ - سلك زنبرك حلزونى

أو ٢ - أوزان قابلة للضبط تثبت بالجزء المتحرك .

- لمنع ذبذبة المؤشر عن طريق إستخدام إحدى طرق الاخماد (التسكين) الآتية :

(أ) التخميد باحتكاك الهواء .

(ب) التخميد باحتكاك السوائل .

(جـ) التخميد بالتيارات الإعصارية

● **الأجزاء الرئيسية لأجهزة القياس :**

١ - الغلاف الخارجى .

٢ - الجزء المتحرك وكراسى عمود الدوران .

٣ - المؤشر .

٤ - التدريج (المقياس) .

٥ - المصحح .

٦ - الأوزان الموازنة .

٧ - المغناطيس الدائم .

● **التدريج (المقياس) :**

- غير منتظم بأجهزة القياس ذات السلك الحرارى.
- غير منتظم بأجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك .
- منتظم بأجهزة القياس ذو الملف المتحرك والمغناطيس الدائم .
- غير منتظم بأجهزة القياس الدينامومترية .
- غير منتظم بأجهزة القياس الاستاتيكية .

(٣ ـ ١١) أسئلة الباب الثالث

١ ـ ماهى التأثيرات الكهربائية لتشغيل أجهزة القياس ؟

٢ ـ ماهى القوى الميكانيكية اللازمة لكى يعمل جهاز قياس ؟

٣ ـ عرف ما يأتى بالنسبة إلى أجهزة القياس الكهربائية :

(أ) قوى الدفع .

(ب) قوى التحكم .

(جـ) قوى التخميد .

(د) قوى الاحتكاك .

٤ ـ ماهى الأجزاء الرئيسية التى يتكون منها جهاز القياس الكهربى ؟

٥ ـ اذكر طرق الحصول على قوى التحكم بأجهزة القياس الكهربائية مع شرح إحدى الطرق موضحا ذلك بالرسم ؟

٦ ـ لمنع ذبذبة المؤشر بأجهزة القياس الكهربائية تستخدم طرق مختلفة :

(أ) اذكر هذه الطرق .

(ب) إختار أحد هذه الطرق واشرحها مستعينا بالرسم.

٧ ـ للحصول على عامل جودة ممتاز يراعى عند تصنيع أجهزة القياس الكهربائية عدة عوامل أذكر هذه العوامل .

٨ ـ اكمل العبارات الآتية بالكلمات المناسبة :

(أ) يستخدم الغلاف الخارجى لحماية .... لجهاز القياس من الأضرار ....

(ب) فى أجهزة القياس الدقيقة تستخدم كراسى من .... أما فى أجهزة القياس الصناعية من مرتبة الدقة ٢,٥ ، ٥ فتستخدم كراسى مصنوعة من ...... أو ......

(جـ) يجب أن يكون المؤشر ...... وذلك لتقليل الأوزان على ......

٩ ـ الشكل (٣ ـ ٢١) يوضح تركيب أحد أجهزة القياس والمطلوب :

(أ) إسم الجهاز .

(ب) كتابة أسماء الأجزاء المرقمة بالشكل .

(جـ) استعمال الجهاز

(د) نظرية تشغيل الجهاز

(هـ) مزايا وعيوب هذا الجهاز

١٠ ـ الشكل (٣ ـ ٢٢) يوضح تركيب أحد أجهزة القياس والمطلوب : ـ

(أ) إسم الجهاز ،

(ب) كتابة أسماء الأجزاء المرقمة بالشكل .

(جـ) نظرية تشغيل الجهاز .

١١ ـ الشكل (٣ ـ ٢٣) يوضح تركيب أحد أجهزة القياس والمطلوب :

(أ) إسم الجهاز .

(ب) كتابة أسماء الأجزاء الموضحة بالشكل

(جـ) نظرية تشغيل الجهاز .

١٢ ـ ماهى مزايا وعيوب واستعمال أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك

١٣ ـ الشكل (٣ ـ ٢٤) يوضح تركيب أحد أجهزة القياس والمطلوب :

(أ) إسم الجهاز .

(ب) كتابة أسماء الأجزاء الموضحة بالشكل .

(جـ) استعمال الجهاز .

(د) نظرية تشغيل الجهاز .

(هـ) مزايا وعيوب هذا الجهاز .

١٤ ـ إشرح مع الرسم تركيب ونظرية تشغيل جهاز القياس الديناموترى ثم أذكر مميزاته وعيوبه واستعماله .

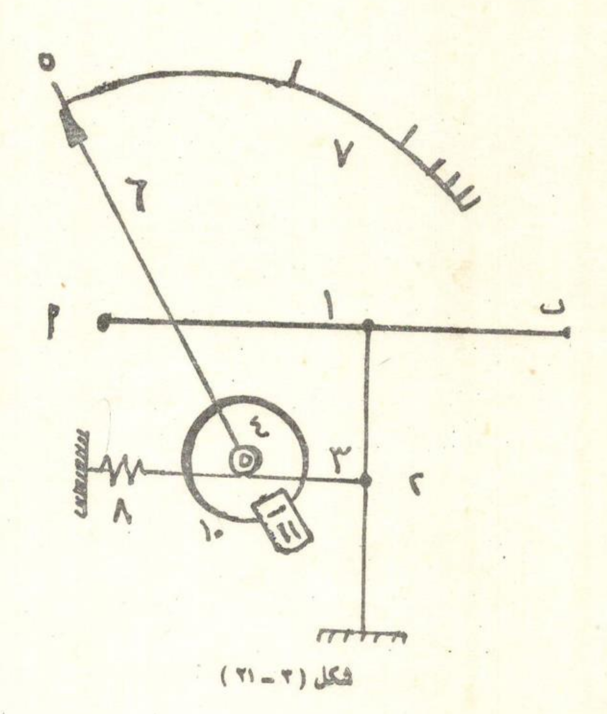
١٥ ـ اشرح مع الرسم تركيب ونظرية تشغيل جهاز القياس الاستاتيكى ثم اذكر مميزاته وعيوبه واستعماله .

١٦ ـ أذكر هل التدريج منتظم أو غير منتظم والسبب لكل من :

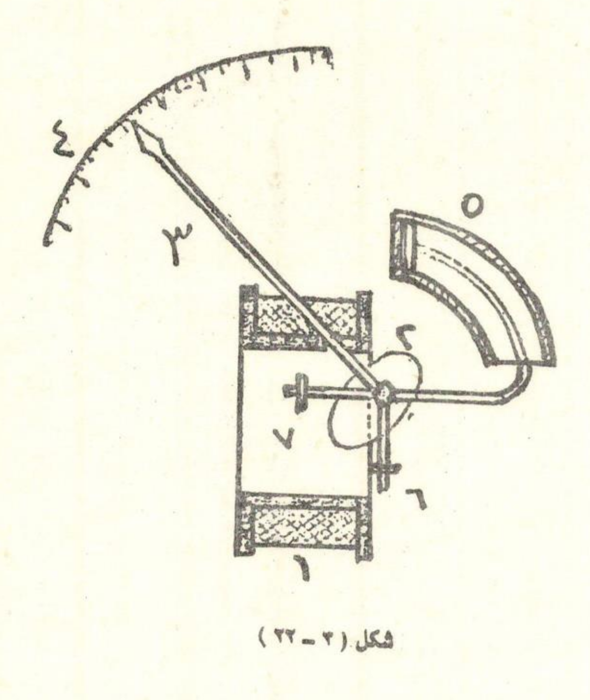
(أ) أجهزة القياس ذات السلك الحرارى .

(ب) أجهزة القياس ذات الملف المتحرك والمغناطيس الدائم .

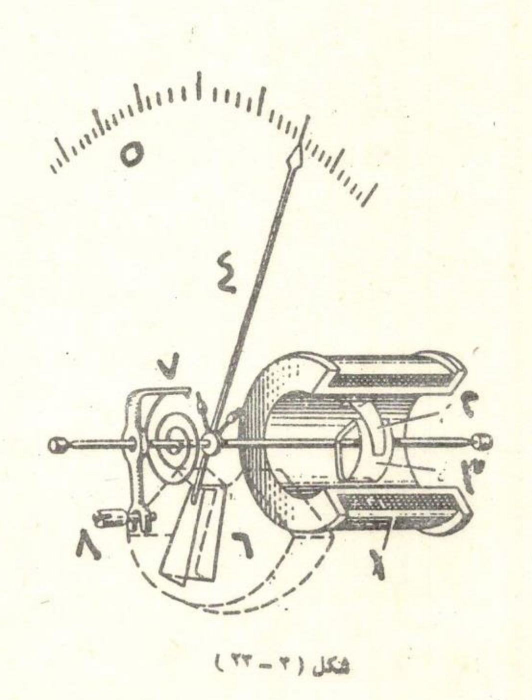
١٧ ـ أذكر الفرق بين الجهاز الحثى لقياس القدرة والجهاز الحثى لقياس التيار .



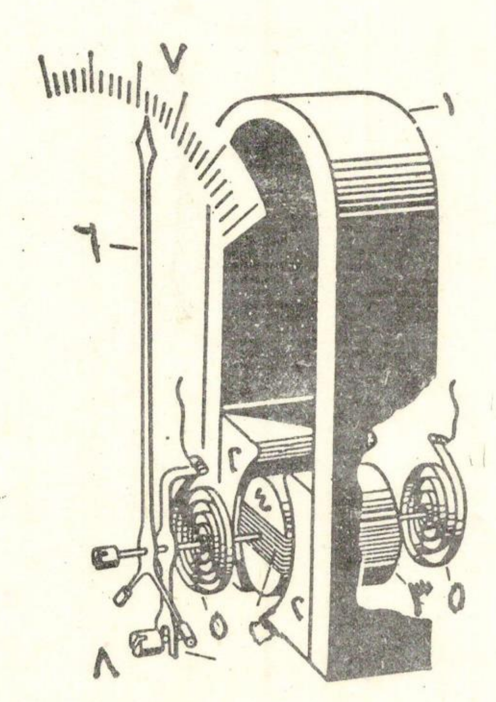
شكل (٣ ـ ٢١)



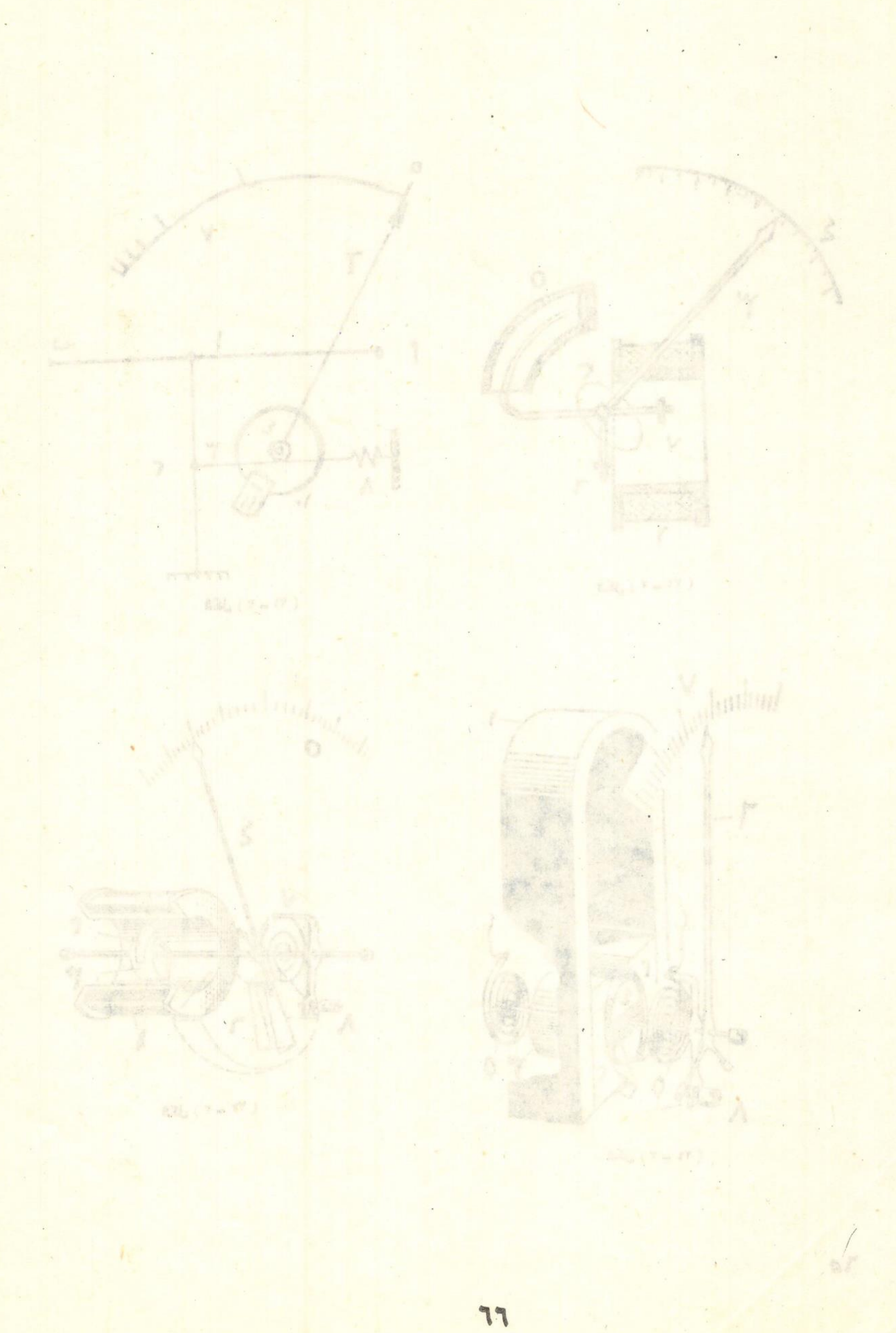
شكل (٣ ـ ٢٢)



شكل (٣ ـ ٢٣)



شكل (٣ ـ ٢٤)



الباب الرابع

أجهزة القياس الكهربائية

يهدف هذا الباب الى معرفة الآتى :

(٤ ـ١)جهاز الجلفانومتر : توصيله واستخدامه فى كوبرى وينستون .

(٤ ـ ٢) جهاز الامبيرمتر : توصيله واستخدامه .

(٤ ـ ٣) جهاز الفولتمتر : توصيله واستخدامه .

(٤ ـ ٤) جهاز الأوممتر : توصيله واستخدامه .

(٤ ـ ٥) جهاز الميجر : تركيبه ـ توصيله ـ استخدامه .

(٤ ـ ٦) جهاز الافومتر : تركيبه ـ توصيله ـ استخدامه .

(٤ ـ ٧) جهاز الامبيرمتر كماشة : تركيبه ـ استخدامه .

(٤ ـ ٨) المجزىء والمضاعف :

(٤ ـ ٨ ـ ١) مجزئات التيار واستخدامها فى مضاعفة مدى الامبيرمتر .

(٤ ـ ٨ ـ ٢) مضاعفات الجهد واستخدامها فى مضاعفة مدى فرق الجهد .

(٤ ـ ٩) ملخص لأهم عناصر الباب الرابع .

(٤ ـ ١٠) اسئلة للمراجعة .

(٤ ـ ١) جهاز الجلفانوميتر توصيله واستخدامه فى قنطرة وينستون :

الجلفانومتر : جهاز يستخدم لقياس شدة التيار أو الجهد أو أية كمية كهربائية ذات قيمة متناهية فى الصغر ، وهو جهاز قياس بقراءة مباشرة ، ويمتاز بأن حساسيته عالية وتصنف الجلفانومترات حسب طريقة التشغيل ، إلى نفس المجموعات التى صنفت إليها أجهزة القياس . فهناك جلفانومترات بملف متحرك ، وجلفانومترات بقلب حديدى متحرك وجلفانومترات كهروديناميكية وأخرى كهروستاتيكية . وأكثر الجلفانومترات شيوعا فى الاستخدام هى الجلفانومترات بملف متحرك ومغناطيسى دائم ، والجلفانومترات الكهروديناميكية .

استعمال الجلفانومترات :

١ ـ قياس التيارات الصغيرة ، مثل المستعملة فى قياس المقاومات العالية .

٢ ـ قياس القوى الدافعة الكهربائية الضعيفة ، مثل القوى الدافعة الكهربائية الحرارية وهى الناتجة من الإزدواج الحرارى .

٣ ـ قياس بيان تساوى الجهود بين النقط المختلفة ، كما فى دوائر معايرة الأجهزة بطرق المقارنة . فتستخدم مثلا فى دوائر قنطرة القياس ، ومع مجزئات الجهد .

٤ ـ قياس بيان تساوى شدة تيارين مارين فى فرعين من دائرة كهربائية ، كما فى دوائر معايرة الأجهزة بطرق المقارنة .

٥ ـ قياس النبضات الكهربائية ، أو الكميات الكهربائية الضعيفة والمارة فى الدائرة الكهربية لفترة زمنية قصيرة للغاية .

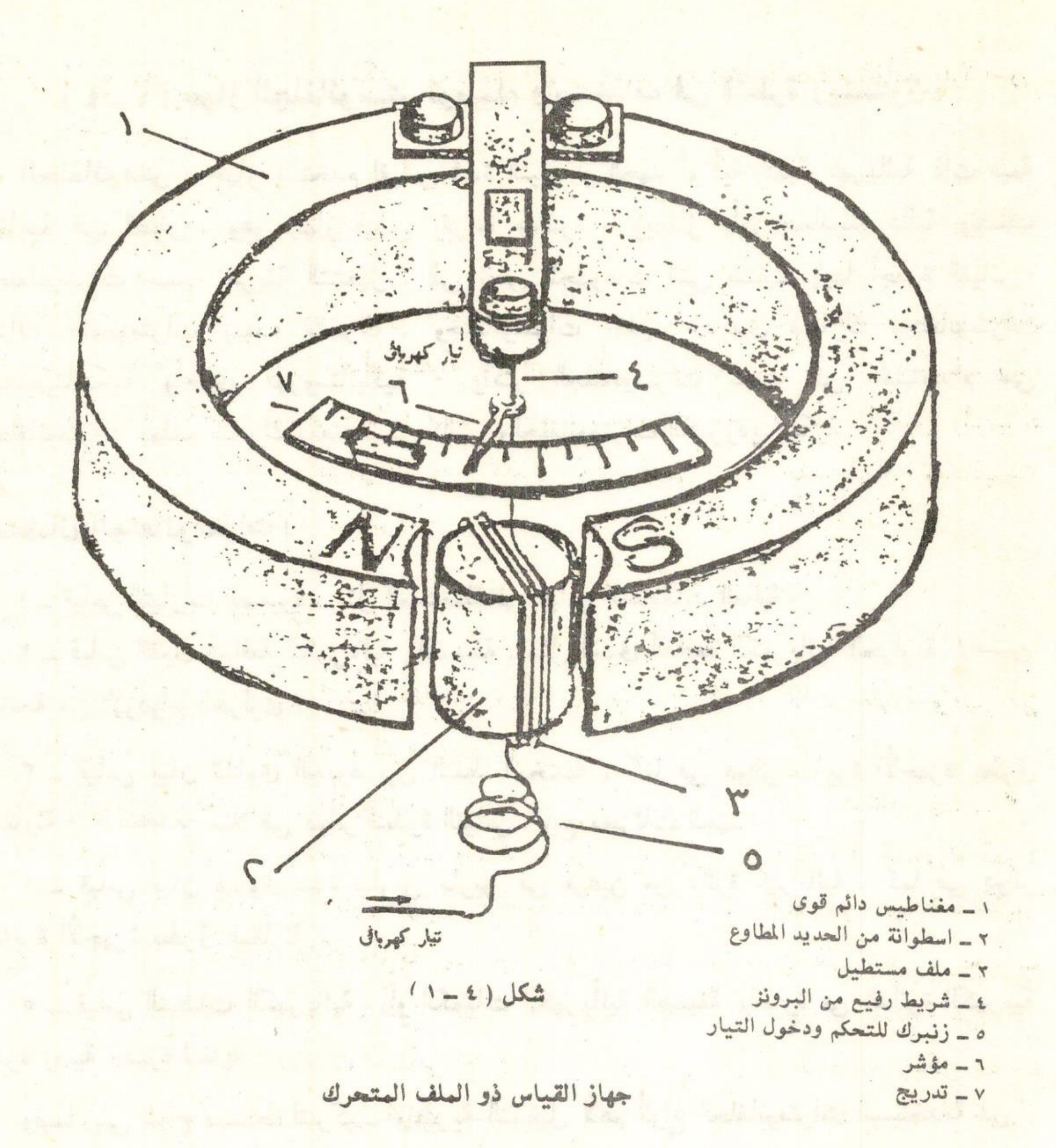
وفيما يلى شرح مبسط لتركيب ونظرية التشغيل لأهم أنواع الجلفانومترات المستخدمة فى طرق المعايرة بالمقارنة .

الجلفانومتر بملف متحرك المستخدم فى نظم دوائر التيار المستمر :

التركيب : يتركب هذا الجهاز كما فى شكل (٤ ـ ١) من الأجزاء الآتية :

١ ـ مغناطيس قوى ذى قطبين مقعرين متقابلين (ش ، جـ) مصنوع من أحد السبائك الحديثة .

٢ ـ اسطوانة من الحديد المطاوع وبينها وبين القطبين ثغرة هوائية ، والغرض من هذه الاسطوانة هو جعل المجال المغناطيسى منتظم فى الثغرة الهوائية وتقليل المقاومة المغناطيسية بين الأقطاب .



شكل (٤ ـ ١)

جهاز القياس ذو الملف المتحرك

١ ـ مغناطيس دائم قوى
٢ ـ اسطوانة من الحديد المطاوع
٣ ـ ملف مستطيل
٤ ـ شريط رفيع من البرونز
٥ ـ زنبرك للتحكم ودخول التيار
٦ ـ مؤشر
٧ ـ تدريج

٣ ـ ملف مستطيل يحيط بالاسطوانة مصنوع من سلك النحاس المعزول وملفوف على إطار خفيف من الألمونيوم

٤ ـ شريط رفيع من البرونز الفوسفورى معلق به الملف ، بحيث يسهل دوران الملف بين الاسطوانة وقطبى المغناطيس ونخرج التيار من طرفه .

٥ ـ زنبرك يتصل بالجزء السفلى للتحكم فى حركة الملف ويدخل التيار من طرفه .

٦ ـ مؤشر الجهاز ويتحرك على تدريج منتظم يتحرك بحركة الملف المتحرك ومثبت مع شريط البرونز الفوسفورى .

٧ ـ تدريج يتحرك أمامه المؤشر وهو منتظم .

● مثبت على شريط البرونز الفوسفورى ببعض أجهزة الجلفانومترات ذات الملف المتحرك مرآة صغيرة تعين بواسطتها زاوية انحراف الملف ، وذلك بتسليط شعاع ضوئى ثابت على المرآة

وقياس زاوية إنحراف الشعاع المنعكس بواسطة مقياس مصنوع من مادة نصف شفافة بدلا من المؤشر والتدريج .

نظرية التشغيل :

ينتج عزم الدوران ، عندما يمر بالملف التيار المراد قياسه ، إذ يتولد بالملف مجال مغناطيسى يحدث بينه وبين مجال المغناطيس الدائم تأثير متبادل يعمل على إدارة الملف وكما سبق أن بينا فى أجهزة القياس بملف متحرك ، وأثناء الدوران يقاوم سلك التعليق والزنبرك حركة الملف فيستقر الملف والمؤشر فى وضع معين . وعند قطع التيار يفقد الملف مغناطيسيته ويرجع إلى وضعه الأصلى بتأثير الزنبرك .

كوبرى « قنطرة » وينستون

يستخدم كوبرى وينستون لتعيين مقاومة مجهولة بإستخدام ثلاث مقاومات معلومة وتعتبر من أدق الطرق لتعيين مقاومة مجهولة وأكثرها إستعمالا .

ويتكون الكوبرى من أربع أذرع أ ب ، ب جـ ، جـ د ، د أ كما فى شكل (٤ ـ ٢) مقاومتها $م_١$ ، $م_٢$ ، $م_٣$ ، م س على الترتيب وتشكل م س ذراع الكوبرى للمقاومة المجهولة المراد قياسها ، وتمثل $م_٣$ المقاومة العيارية وتتراوح قيمتها بين أوم واحد وألف أوم ، ومن الممكن تغيير قيمتها على درجات قيمة كل درجة منها أوم واحد . وتوصل المقاومات على شكل مربع أ ب حـ د كما بالشكل وتمثل $م_١$ ، $م_٢$ أذرع النسبة بالكوبرى (القنطرة) ولها قيم مختلفة هى ١ ، ١٠ ، ١٠٠ ، ١٠٠٠ أوم ويوصل جلفانومتر حساس (G) بين زوج من الأركان المتقابلة وليكن ب ، د ومعه مفتاح ، وتوصل بطارية بين الزوج الآخر من الأركان أ ، حـ ومعه مفتاح البطارية ،عند تشغيل قنطرة وينستون يقفل مفتاح البطارية أولا ، حتى يسمح للتيار بالمرور فى ذراعى المقاومة قبل المرور بدائرة الجلفانومتر ، لتجنب فعل التيارات التأثيرية .

ويضبط الجلفانومتر ثم يقفل مفتاح الجلفانومتر وتضبط قيم المقاومات $م_١$ ، $م_٢$ ، $م_٣$ حتى تكون قراءة الجلفانومتر صفرا وفى هذه الحالة تكون القنطرة (كوبرى وينستون) فى وضع الإتزان فإذا فرض فى حالة الإتزان أن التيار المار خلال ذراعى المقاومة $م_١$ ، $م_٢$ هو $ش_١$ والتيار المار خلال ذراعى المقاومة $م_٣$ ، م س هو $ش_٢$.

وبما ان الجهد عند ب = الجهد عند د

ويكون فرق الجهد بين ب ، أ = فرق الجهد بين د ، أ

أى أن $م_١ ش_١$ = م س $ش_٢$ (٤ ـ ١)

ويكون كذلك فرق الجهد بين ب ، جـ = فرق الجهد بين د حـ

أى أن $م_٢ \; ش_١ = م_٣ \; ش_٢$ (٤ – ٢)

ومن المعادلتين (٤ – ١) ، (٤ – ٢) نجد أن

$$\frac{م_١}{م_٢} = \frac{م_س}{م_٣}$$

$$\text{أى أن } م_س = \frac{م_١ \times م_٣}{م_٢}$$

مثال : – مقاومات الأذرع فى قنطرة وينستون مأخوذة فى ترتيب دائرى هى ١٠ ، ١٠٠٠ ، ١٥٠ ، م س أوم وقد شوهد أن جهاز الجلفانومتر يقرأ صفرا أحسب قيمة المقاومة س فى شكل (٤ – ٣)

الحل : – ∵ قراءة الجلفانومتر صفرا ·

∴ القنطرة فى وضع الاتزان ·

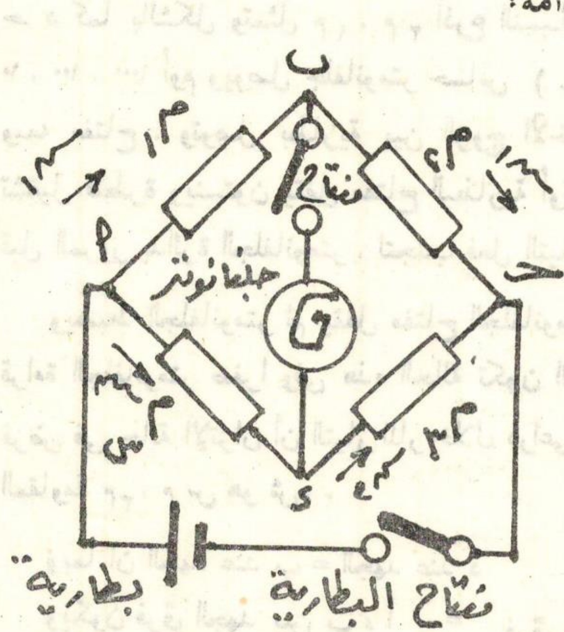
$$\text{أى } \frac{م_١}{م_٢} = \frac{م_س}{م_٣}$$

$$∴ م_س = \frac{م_١ \times م_٣}{م_٢} = \frac{١٠ \times ١٥٠}{١٠٠٠} = ١,٥ \text{ أوم}$$

شكل (٤ – ٣)

(٤ – ٣) جهاز الامبيرومتر توصيله وإستخدامه :

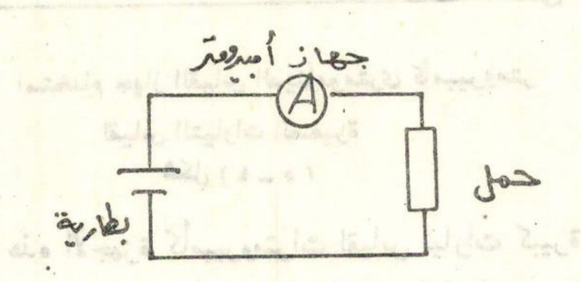
خصائص الأمبيرومترات : –



قنطرة وينستون شكل (٤ – ٢)

الأمبيرومترات هى أجهزة القياس الكهربائية التى توصل على التوالى بالدائرة الكهربية لقياس شدة التيار بها · ووحدة قياس شدة التيار وهى الأمبير · وتتميز الأمبيرومترات بصغر مقاومتها الداخلية · حتى لا يؤدى توصيلها بالدائرة ، إلى وجود هبوط فى الجهد عبر أطراف الجهاز مما يؤثر على دقة القياس · كما أن انخفاض مقاومة الجهاز ، يعمل على تحسين أدائه ، لأن ذلك يقلل القدرة المفقودة بملفات الجهاز ·

وشكل (٤ ـ ٤) يوضح توصيل جهاز أمبيرومتر بالتوالى مع حمل لقياس شدة التيار المار فى الدائرة ٠ وقد سبق أن درسنا فى الأبواب السابقة تركيب ونظرية تشغيل بعض أنواع أجهزة القياس ونذكر ، بعض الملاحظات عند أستخدامها كأمبيرومترات ٠



قياس شدة التيار بواسطة الأمبيرومتر .

شكل (٤ ـ ٤)

ـ استخدام أجهزة القياس ذات السلك الحرارى كأمبيرومترات : ـ

يستخدم الجهاز وحده دون ملحقات كأمبيرومتر لقياس تيارات تصل شدتها الى ٠,٥ أمبير فقط أما بالنسبة للتيارات العالية ، فيستخدم مع الجهاز مجزئات تيار ، ومن أهم المجالات التى تستخدم فيها قياس التيارات ذات التردد العالى ٠

ـ استخدام أجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك كأمبيرومترات :

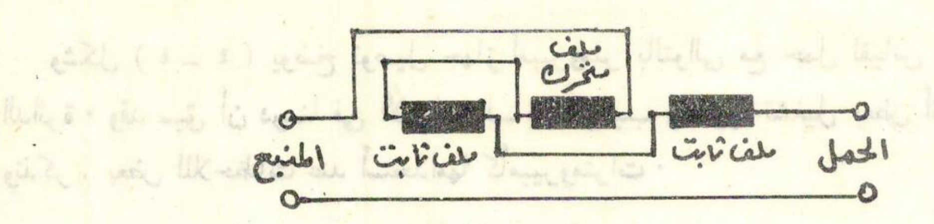
يستخدم الجهاز وحده دون ملحقات كأمبيرومتر لقياس تيارات تتراوح شدتها بين ٣ مللى أمبير الى ٥٠٠ أمبير وتتحمل هذه الأجهزة التيارات الزائدة ، دون استخدام مجزئات تيار ٠ وقد تستخدم مع محولات التيار ، حيث توصل بالملفات الثانوية للمحول ، وتعاير ، لقياس التيارات التى لا تتعدى شدتها ٥ أمبير ، بينما توصل الملفات الابتدائية للمحول بالدائرة المراد قياس شدة التيار العالى بها ٠

ـ استخدام أجهزة القياس ذات الملف المتحرك والمغناطيس الدائم كأمبيرومترات :

تستخدم هذه الأجهزة وحدها ـ أى دون ملحقات ـ كأمبيرومترات لقياس تيارات مستمرة ذات شدة ضعيفة للغاية ، من صفر حتى ٢٥ ميكرو أمبير ٠ ولاستخدامها لقياس تيارات عالية تصل الى ٢٠٠ أمبير ، توصل معها على التوازى مجزئات تيار مصنوعة من المنجانين ومقاومتها صغيرة جدا ٠

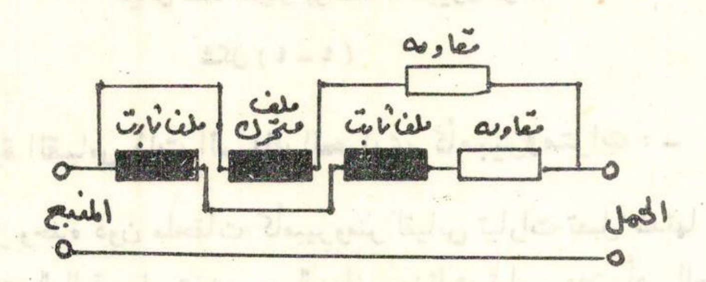
ـ استخدام أجهزة القياس الديناموترية (الكهروديناميكية) كأمبيرومترات :

يستخدم الجهاز وحده دون ملحقات ـ كأمبيرومتر لقياس تيارات تتراوح شدتها بين ٠,١ أمبير الى ٠,٥ أمبير ، وفى هذه الحالة ، توصل الملفات الثابتة مع الملفات المتحركة على التوالى كما هو مبين بشكل (٤ ـ ٥) ٠



استخدام جهاز القياس الدينامومترى كأمبيرومتر
لقياس التيارات الصغيرة
شكل (٤ ـ ٥)

أما اذا استخدمت مثل هذه الأجهزة كأمبيرومترات لقياس تيارات كبيرة ، تصل شدتها الى ٣٠ أمبير ، فتوصل الملفات الثابتة مع الملفات المتحركة على التوازى · كما هو مبين بشكل (٤ ـ ٦) ·



استخدام جهاز القياس الدينامومترى كأمبيرومتر
لقياس التيارات الكبيرة
شكل (٤ ـ ٦)

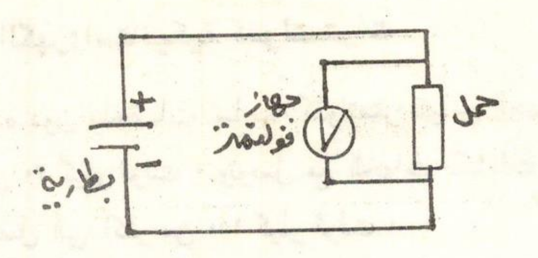
ـ استخدام أجهزة القياس الكهرواستاتيكية كأمبيرومترات :

تستخدم هذه الأجهزة أساسا كفولتمترات ·

جهاز الڤولتميتر توصيله واستخدامه

خصائص الڤولتمترات : ـ

الڤولتمترات هى أجهزة القياس الكهربائية التى توصل على التوازى بالدائرة الكهربية عبر النقط المراد قياس فرق الجهد بينهما · ووحدة قياس فرق الجهد ، أو القوة الدافعة الكهربية هى الڤولت · وتتميز الڤولتمترات بكبر مقاومتها الداخلية · وبذلك نضمن عدم مرور تيار ذى شدة كبيرة خلال ملفاتها ، وبالتالى تقل القدرة المفقودة الى أقل قدر ممكن وشكل (٤ ـ ٧) يوضح توصيل جهاز ڤولتمتر بالتوازى مع حمل لقياس الجهد على طرفيه · وقد سبق أن درسنا فى الابواب السابقة تركيب ونظرية تشغيل بعض أنواع أجهزة القياس ونذكر بعض الملاحظات عند استخدامها كڤولتمترات ·



توصيل الفولتمترات فى الدائرة
شكل (٤ ـ ٧)

استخدام أجهزة القياس ذات السلك الحرارى كفولتمترات :

يستخدم الجهاز وحده دون ملحقات كفولتمتر ، لقياس الجهود بتردد عالى ، وقد تصل قيمتها حتى ١٠٠ فولت .

استخدام اجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك كفولتمترات

نستخدم الفولتمترات من هذا النوع دون ملحقات ، لقياس جهود تتراوح قيمتها بين فولت واحد و٨٠٠ فولت ، دون استخدام مقاومات على التوالى .

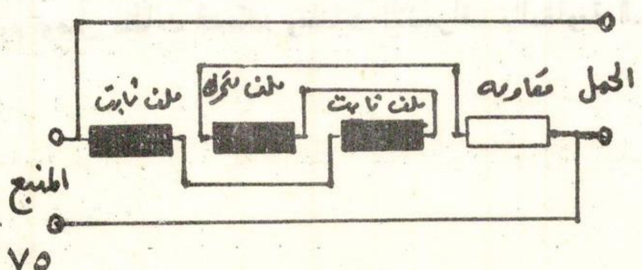
كما يمكن استخدام الفولتمترات من هذا النوع مع محولات ضغط لقياس الجهود العالية . وتتراوح عدد لفات ملف اجهزة القياس ذات القلب الحديدى المتحرك بين لفه واحدة ، وعدة الاف من اللفات .

استخدام اجهزة القياس ذات الملف المتحرك والمغناطيس الدائم كفولتمترات :

تستخدم هذه الاجهزة وحدها دون اى ملحقات ، كفولتمترات لقياس جهود مستمرة قيمتها صغيرة للغاية ، من صفر حتى ١٠ ميللى فولت ، ولاستخدام اجهزة القياس بملف متحرك ومغناطيس دائم لقياس جهود عالية تصل الى ٨٠٠ فولت ، توصل معها على التوالى مقاومة عالية مصنوعة من المنجانين

استخدام أجهزة القياس الديناموترية (الكهروديناميكية) كفولتمترات :

تستخدم هذه الأجهزة كفولتمترات وذلك بتوصيل الملفات الثابتة مع الملفات المتحركة على التوالى ، مع مقاومة عالية من المنجانين ، لزيادة مدى القياس ، ويبين شكل (٤ ـ ٨) طريقة توصيل الملفات فى أجهزة القياس الكهروديناميكية لاستخدامها كفولتمترات .



طريقة توصيل ملفات أجهزة القياس الدينامومترية كفولتميتر
شكل (٤ ـ ٨)

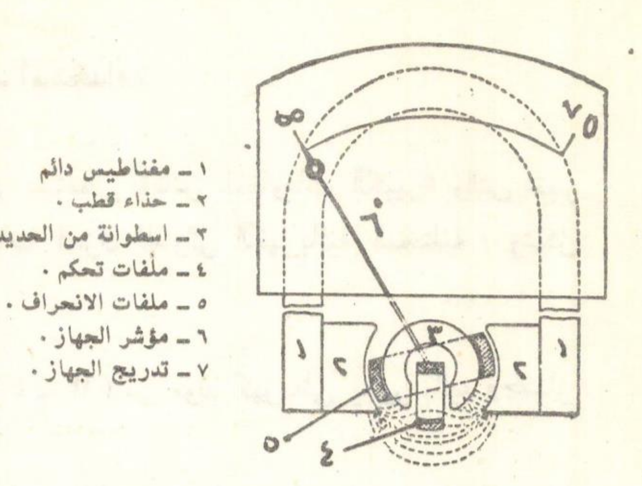
استخدام اجهزة القياس الكهرواستاتيكية كڤولتمترات :

يستخدام الجهاز وحده دون ملحقات اساسا كڤولتمتر لقياس الجهد عبر أطرافه ويتراوح هذا الجهد بين ٣٠ ڤولت الى ٢٠ كيلو ڤولت ٠ وتوصل مع الجهات مكثفات تستخدم كمجزئات للجهد لاطالة نطاق قياسه حيث يصل الى اكثر من ١٥٠ كيلو ڤولت ٠

(٤ ـ ٤) جهاز الأوممتر توصيله واستخدامه :

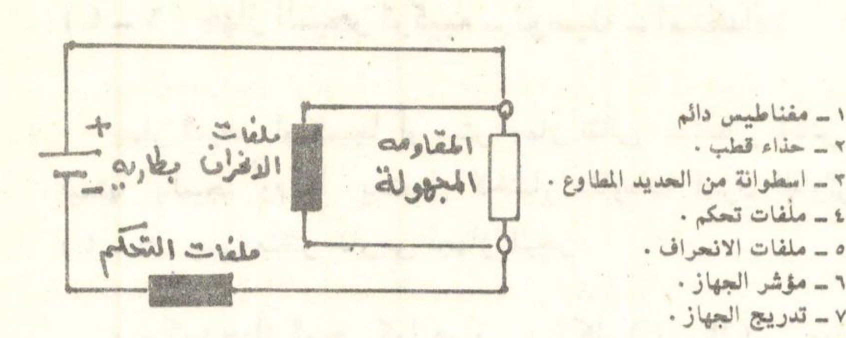
الأومترات هى الأجهزة التى تستعمل فى قياس المقاومة قياسا مباشرا بواسطة مؤشر يتحرك على قياس مدرج بالأوم وفى هذه الحالة يكون القياس أكثر سهولة ويسرا من أساليب القياس غير المباشرة باستخدام ڤولتمتر وأمبيرومتر ٠

ولا يختلف تكوين هذا الجهاز عن اجهزة القياس بمغناطيس دائم وملف متحرك فيما عدا أنه بدون زنبرك تحكم شكل (٤ ـ ٩) يبين كيفية عمل وتركيب أحد أجهزة الأوممترات ذو الملفين وهو أحد اجهزة القياس النسبية ، إذ يتكون من ملفين متعامدين (أو بينهم زاوية معينة) مثبتتين على عمود دوران مشترك ، ويتحرك الملفان داخل الثغرة الهوائية وتوصل نهايات الملفات بأسلاك توصيل ذات مقاومة ضئيلة جدا ، حتى لا تتأثر القراءة بوجودها ، ويوصل أحد الملفين ، بحيث يمر بها التيار المار بالمقاومة المراد قياسها أو تيار متناسب معه ، بينما يوصل الملف الآخر بالجهد المسلط عبر المقاومة المراد قياسها (بطارية) وعند مرور التيار الكهربائى فى أى من الملفين فانه ينشأ فيه مجال مغناطيسى ، ويحدث بين هذا المجال ومجال المغناطيس الدائم تأثير متبادل ، يؤدى الى إنتاج عزم دوران ، ويتم تحديد إتجاه التيار المار فى كل ملف ، بحيث يكون عزم الدوران الناتجين متضادين فى الاتجاه ، ويسمى أحد الملفين بملف التحكم ، بينما يطلق على الملف الآخر اسم ملف الانحراف ، فاذا مر التيار فى ملف التحكم فقط .. فان المجموعة المتحركة تأخذ وضعا بحيث يقع المؤشر على احد جانبى المقياس معبرا عن القيمة ∞ أوم ، واذا مر بملف الإنحراف تيار القياس ٠ أدى ذلك إلى إنحراف المجموعة المتحركة عن الوضع السابق ويقوم ملف التحكم فى هذه الحالة ، بعمل عزم التحكم اللازم ، إذ يزيد عزمه المضاد بزيادة زاوية الانحراف ، حتى تحدث حالة الاتزان ، وتكون زاوية الانحراف الناتجة عن محصلة العزمين متناسبة مع النسبة بين الجهد والتيار المار بالمقاومة أى متناسبة مع $\frac{ض}{ش}$ وبالتالى متناسبة مع م (قيمة المقاومة المجهولة) ولقياس قيم المقاومات التى تتراوح قيمتها بين صفر ، ٥٠٠٠ أوم توصل ملفات التحكم وملفات الانحراف بالمقاومة المجهولة كما هو مبين بشكل (٤ ـ ١٠) ٠



شكل (٤ ـ ٩)

جهاز الأوممیتر



شكل (٤ ـ ١٠)

طريقة توصيل ملفات جهاز الاوممیتر

(٤ ـ ٥) جهاز قياس القدرة (الواتميتر) :

القدرة التى تدخل أى دائرة تكون ق = ض · ش · جتاΦ حيث أن ض ، الجهد على طرفى الدائرة ، ش شدة التيار المار فى الدائرة ، Φ تكون زاوية الانحراف بين الجهد والتيار .

ويتكون جهاز قياس القدرة عادة من ملفان الأول يمر به التيار والثانى يوصل بالجهد عن طريق مقاومة كبيرة ويسمى جهاز قياس القدرة بالواتيميتر .

استخدام الدينامومتر لقياس القدرة :

١ ـ يوصل الملف الثابت على التوالى مع الحمل وبذلك يمر به التيار المار فى الحمل أو نسبة من هذا التيار على حسب التوصيل الداخلى

٢ ـ يوصل الملف المتحرك على التوازى مع الحمل عن طريق مقاومة عالية ، وبذلك يتناسب التيار المار فى الملف المتحرك مع الجهد على طرفى الدائرة .

استخدام جهاز القياس الحثى فى قياس القدرة :

يوصل كجهاز الديناموترى .

ويمكن أن يحول جهاز قياس القدرة الى جهاز قياس فار (القدرة الغير فعالة) وذلك باستبدال المقاومة فى شكل (٣ ـ ١٩) بمحاثة كبيرة أيضا .

(٤ ـ ٦) جهاز الميجر تركيبه ـ توصيله ـ استخدامه

جهاز الميجر او الميجا أو ممتر جهاز نقالى يستعمل لقياس المقاومات الكبيرة والتى تقدر قيمتها بالميجا أوم كما يستعمل لاختبار مقاومات العزل للدوائر الكهربائية المختلفة ٠ وشكل (٤ ـ ١١) يبين منظر خارجى لجهاز الميجر

ويتركب جهاز الميجر كما هو مبين بشكل (٤ ـ ١٢) من مولد كهربائى يدور باليد وجهاز أو ممتر مندمجين داخل صندوق واحد ٠

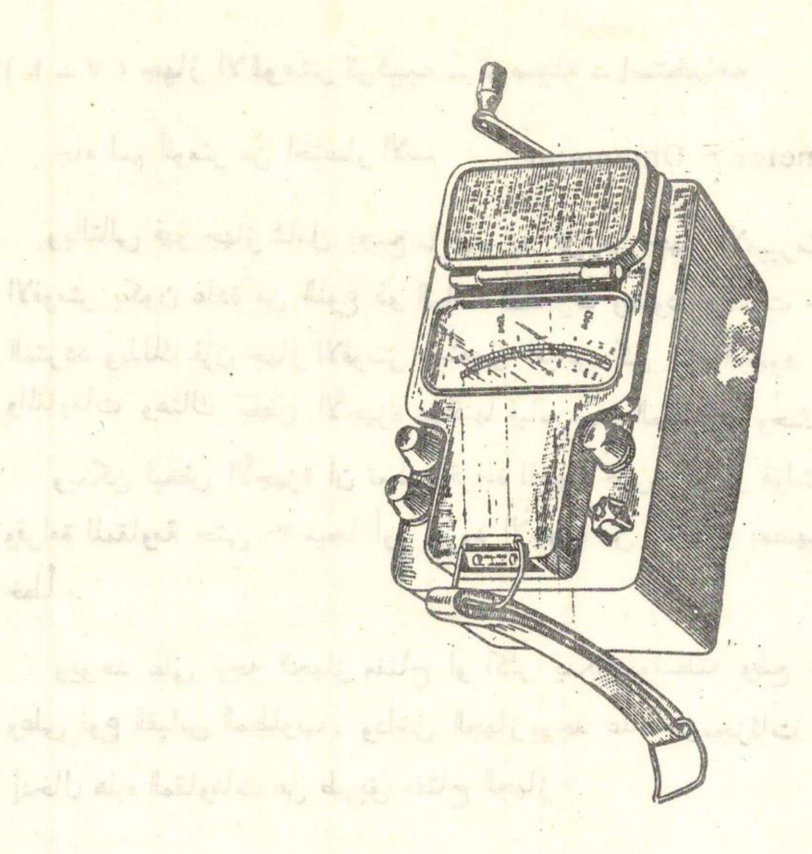
ويكون المولد من نوع مولد التيار المستمر ذو المغناطيس الدائم وهو عبارة عن قطبى مغناطيس دائم موضوع بينهما عضو الاستنتاج للمولد ويتصل به يد حتى يمكن تدوير عضو الاستنتاج يدويا وتزويد اليد بنوع من قرص التعشيق المنزلق حتى يمكن جعل سرعة المولد ثابتة وبالتالى يكون ضغطه ثابتاً عند استعماله على الرغم من سرعة اليد التى قد تكون متغيرة ٠

أما الاوممتر فيتركب كما ذكرنا سابقا كما فى شكل (٤ ـ ٩) والذى يوضح تركيب الأوممتر ويلاحظ توصيل ملفات التحكم مع مقاومة ملفات التحكم على التوازى بالمولد بينما توصل ملفات الانحراف مع مقاومة ملفات الانحراف على التوالى بالمقاومة المجهولة ، ويوضح شكل (٤ ـ ١٢) ذلك ٠

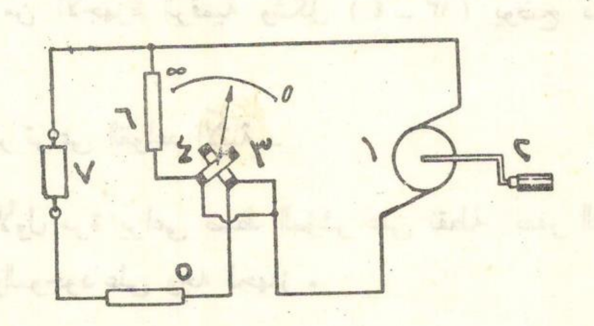
عند قياس مقاومة ما فانها توصل بأطراف الجهاز ، ويتم إدارة يد المولد ، فإذا كانت هذه المقاومة ذات قيمة صغيرة جداً فإنه يمر فى دائرة ملف الانحراف تيار كبير وفى هذه الحاله فإن عزم الانحراف الناتج عن ملف الانحراف يكون أكبر من عزم الانحراف الناتج عن ملف التحكم وبذلك يدور الملفان ويصل المؤشر إلى نقطة الصفر موضحا أن قيمة المقاومة صغيرة جداً ٠ أما عند فتح أطراف الجهاز فإن ضغط المولد الناتج عن إدارة يد المولد يمر تيار خلال ملف التحكم ولا يمرر تيار خلال ملف الانحراف لأن دائرته مفتوحة وعزم الدوران الناتج يجعل الجزء المتحرك للجهاز ومعه المؤشر على وضع ∞ وهذا يدل على أن قيمة المقاومة لا نهائية ٠

ويمتاز الميجر بسهولة الاستعمال والنقل وقوة التحمل ولايعتمد فى عمله على أى منبع قدرة خارجى ، ويستعمل فى إختبار التوصيلات المنزلية وجودة العزل للآلات والاجهزة الكهربائية ٠

ويمكن الاستدلال على جودة العزل عند إستعمال الجهاز فإذا وجد أن قراءته أكثر من ٠,٥ ميجا أوم دل ذلك على جودة العزل أما اذا كانت قراءته صفر أوم دل ذلك على وجود قصر ٠



شكل (٤ ـ ١١) جهاز الميجر .



شكل (٤ ـ ١٢) تركيب جهاز الميجر .

١ ـ مولد تيار مستمر

٢ ـ يد تدوير عضو استنتاج المولد

٣ ـ ملفات الانحراف

٤ ـ ملفات التحكم

٥ ـ مقاومة ملفات الانحراف

٦ ـ مقاومة ملفات التحكم

٧ ـ المقاومة المجهولة

ملحوظة : بقية اجزاء الاوممتر مبينة بشكل (٤١)

(٤ ـ ٧) جهاز الافومتر تركيبه ـ توصيله ـ إستخدامه

جاء اسم أفومتر من اختصار الاسم Ammeter – Voltmeter – Ohmmeter .

وبالتالى فهو جهاز شامل بجمع مايقوم به كل من جهاز الامبيرمتر والفولتمتر والاوممتر وجهاز الافومتر يكون عادة من النوع ذو الملف المتحرك ومذود بوحدات حتى يمكن استعماله مع التيار المتردد وبذلك فإن جهاز الافومتر يستعمل لقياس كل من الجهود والتيارات المستمرة والمتغيرة والمقاومات وهناك بعض الأجهزة يمكنها قياس سعة المكثفات وحث الملفات ..... الخ .

ويمكن لبعض الأجهزة ان تعطى قراءة للجهد حتى ٥ كيلو ڤولت وقراءة للتيار حتى ١٥ امبير وقراءة للمقاومة حتى ٣٠ ميجا أوم وتزود الأجهزة من الداخل بمصهرات لحمايتها من حدوث أى خطأ .

ويوجد على وجه الجهاز مفتاح أو أكثر يمكن بواسطته وضع الجهاز على التدريج المناسب وعلى نوع القياس المطلوب ، وداخل الجهاز يوجد عدد من مجزئات التيار ومضاعفات الجهد ويمكن إدخال هذه المقاومات عن طريق مفتاح الجهاز .

وشكل (١ ـ ١) يوضح منظر خارجى لجهاز أڤومتر من أجهزة البيان وشكل (١ ـ ٦) يوضح منظر خارجى لجهاز أڤومتر من الأجهزة الرقمية وشكل (٤ ـ ١٣) يوضح دائرة جهاز اڤومتر صفير .

وعند استخدام جهاز الأڤومتر تراعى القواعد الآتية ـ

١ ـ عند استعمال الجهاز لأول مرة يراعى ضبط المؤشر على نقطة صفر التدريج وذلك عن طريق المسمار الخاص بذلك والموجود على وجه الجهاز .

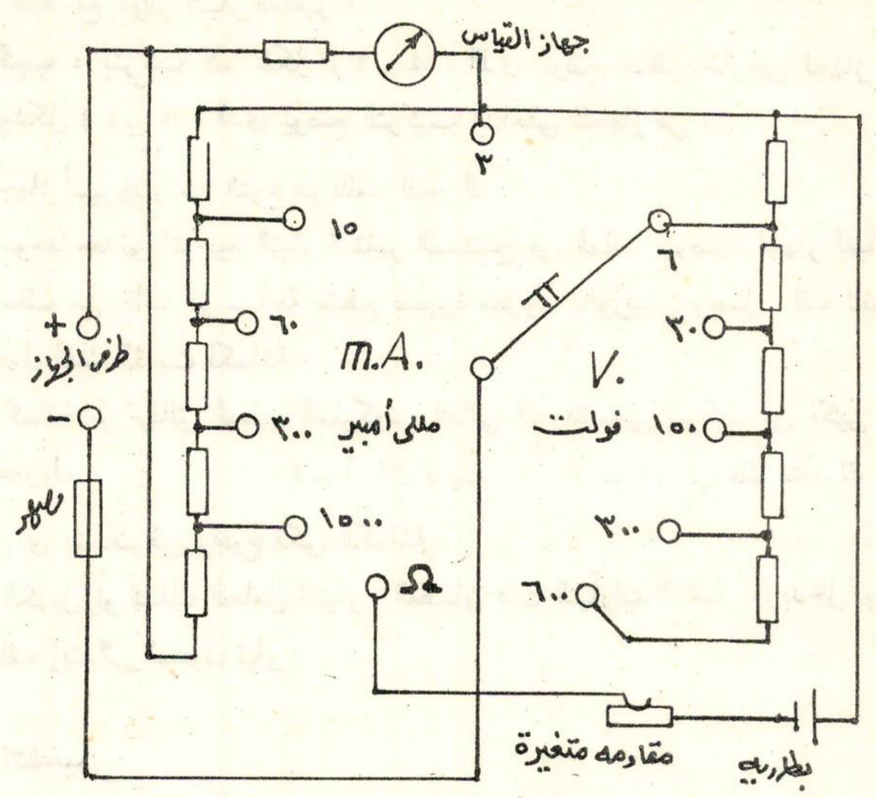
٢ ـ عند استعمال الأفومتر لقياس الجهد ضع مفتاح الجهاز على أعلى تدريج للجهد ثم صل طرفى الجهاز بالنقطتين المطلوب معرفه فرق الجهد بينهما فإذا ظهر أن قراءة الجهاز صغيرة قلل مدى القياس حتى تحصل على قراءة واضحة للمؤشر .

٣ ـ عند استعمال الجهاز لقياس شدة التيار نضع مفتاح الجهاز على أعلى تدريج للتيار ثم نصل الجهاز بالتوالى مع الدائرة فإذا ظهر أن قراءة الجهاز صغيرة قلل مدى القياس حتى تحصل على قراءة واضحة للمؤشر .

٤ ـ عند قياس مقاومة نضع مفتاح الجهاز على وضع المقاومة ثم نصل طرفى الجهاز بطرفى المقاومة وقبل بدء القياس يراعى الآتى ـ

أ ـ اضبط صفر تدريج المقاومة ، بتوصيل طرفى الجهاز ببعضهما ، فيتحرك المؤشر قريبا من نقطة الصفر ثم حرك المقاومة المتغيرة الخاصة يضبط صفر المقاومة لضبط المؤشر على وضع صفر المقاومة ·

ب ـ عند قياس مقاومة بدائرة أى جهاز افصل الجهاز عن منبع القدرة حتى لايتسبب التيار المار فى الجهاز فى تلف الأفومتر ، ثم افصل أحد طرفى المقاومة قبل البدء فى عملية القياس وذلك حتى لايكون هناك مقاومة أخرى تتصل معها تؤثر على قراءة الأفومتر ·



شكل (٤ ـ ١٣) دائرة جهاز الأفومتر ·

حـ ـ يجب عدم لمس المقاومة باليدين أثناء القياس وخصوصا فى حالة قياس مقاومات كبيرة القيمة وذلك لأن مقاومة جسم الانسان تؤثر على قراءة الأفومتر .

د ـ عند استعمال الأفومتر لاختبار موحد سليكون أو ثنائى جرمانيوم نضع المفتاح على أعلى تدريج للمقاومة ثم نصل طرفى الجهاز بطرفى الموحد فإذا كانت قراءة الجهاز كبيرة إعكس طرفى الجهاز فإذا كانت القراءة صغيرة كان الموحد سليما ، أما إذا كانت القراءة فى الحالتين صغيرة كان الموحد به قصر (تالف) وإذا كانت القراءة فى الحالتين كبيرة كان الموحد مفتوح وفى كلتا الحالتين الاخيرتين يجب إستبداله ويمتاز جهاز الأفومتر بسهولة الاستعمال وصغر الحجم وخفة الوزن وسهولة النقل من مكان لآخر ويستعمل بكثرة فى الحياة العملية فى عمليات الإصلاح والصيانة والاختبارات المعملية ·

(٤ - ٧) جهاز الأمبيرومتر كماشة تركيبه - استخدامه

كما نعلم ان جهاز الأمبيرومتر يتصل بالتوالى مع منبع القدرة والحمل ومعنى هذا أن كل تيار الحمل يمر فى جهاز القياس ومن ذلك ترى أنه من المتعذر عمليا وبالأخص فى حالة الأحمال العالية ، حتى لو وصل مع الجهاز مجزىء تيار ، قياس شدة التيار . ولذلك ابتكرت وسيلة يمكن بها قياس شدة هذه التيارات الكبيرة بدون فك الأسلاك والقضبان وهى الأمبيرومتر ذو الكماشة . ويستعمل فقط مع دوائر التيار المتغير .

التركيب : يتركب كما شكل (٤ - ١٤) الذى يوضح منظر خارجى لجهاز الأمبيرومتر ذو الكماشة وشكل (٤ - ١٥) الذى يوضح التركيب الداخلى للجهاز من :-

١ - جهاز أمبيرومتر من النوع ذو للف المتحرك .

٢ - موحد معدنى لتوحيد التيار المتغير المستنتج فى الملف وتوصيله لجهاز القياس .

٣ - ملف من سلك ذو مساحة مقطع صغيرة معزول بالورنيش ويمثل ملف ثانوى لمحول تيار ملفوف حول الفك الثابت لكماشة .

٤ - كماشة من رقائق الصلب السليكونى العالى الجودة وهى تتركب من فكين يتصل كل فك بمقبض معزول ٤ - أ فك ثابت و ٤ - ب فك متحرك .

٥ - ياى يتحكم فى رجوع فكى الكماشة .

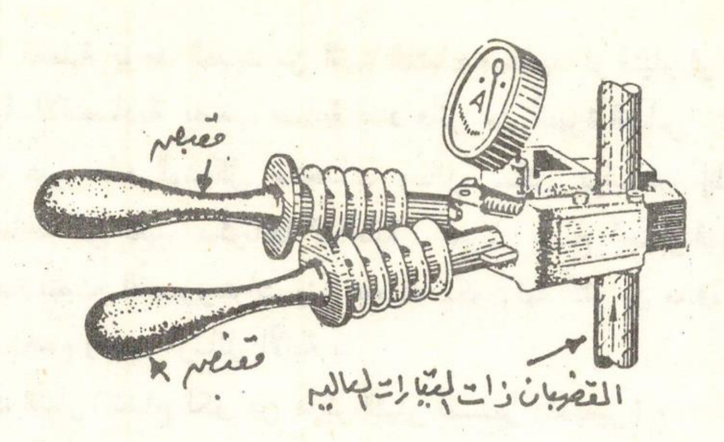
٦ - الكابل أو السلك الحامل للتيار (القضبان ذات التيارات العالية) ويدخل بين فكى الجهاز ويمثل ملف إبتدائى لمحول تيار .

نظرية التشغيل

عند قياس التيار المتغير المار بموصل أو قضيب فإننا نضغط باليد لفتح الفكين وندخل الموصل داخل فكى الكماشة بقوة الياى ، ولأن الموصل يحمل تيار متغير لذلك ينشأ عنه مجال مغناطيسى متغير أيضا يمر داخل رقائق فكى الكماشة .

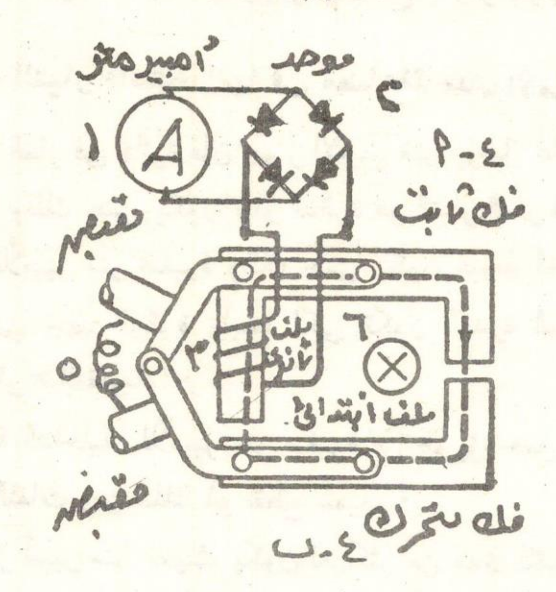
وهذا المجال يتناسب فى شدته مع شدة التيار المار بالموصل . وهذا المجال المتغير يقطع ملفات الملف الموضوع على الفك الثابت ، فيتولد به قوة دافعة كهربية ينتج عنها مرور تيار داخل الملف يتم توحيده بواسطة الموحدات الموجودة داخل الجهاز ، ثم يصل إلى الملف المتحرك لجهاز الأمبيرومتر فينحرف مؤشره بحيث يدل هذا الانحراف على قيمة التيار المتغير المار داخل الموصل . وبهذه الطريقة يمكن قياس تيارات متغيرة تصل الى ١٥٠٠ أمبير بدون الحاجة إلى فك الموصلات أو القضبان .

وعيوب هذا الجهاز هو أنه ذو درجة دقة منخفضة . علاوة على استعماله لقياس التيار المتغير فقط .



منظر خارجى لجهاز الأمبيرومتر ذو الكماشة

شكل (٤ ـ ١٤)



التركيب الداخلى لجهاز الأمبيرومتر ذو الكماشة

شكل (٤ ـ ١٥)

(٤ ـ ٨) المجزىء والمضاعف

مجزئات التيار ومضاعفات الجهد :

من المعروف أنه يمكن قياس سلسلة من القيم المتباعدة للجهد أو التيار (أو كمية كهربائية) باستخدام جهاز قياس واحد ، غير أن دقة القياس تعتمد فى هذه الحاله على نوع الجهاز ودقته ، ومدى القياس الذى أختير ليلائم كل قيمة من هذه القيم المختلفة ، لأنه من الصعب أن يلائم نطاق واحد ، جميع القيم المتباعدة للجهد أو التيار.

فمن غير المعقول مثلا أن نقيس جهدا قيمته ٥ فولت باستخدام ڤولتمترات مداها ٥٠٠ ڤولت ففى هذه الحاله تزيد نسبه الخطأ فى القياس بدرجة كبيرة جداً .

ومن الناحية العملية يوجد العديد من القيم المتباعده للجهد او التيار او القدرة المراد قياسها . ولكن من الناحية الاقتصادية يصعب صناعة عدد هائل من أجهزة القياس ، تصلح لقياس كل هذه القيم ، وللتغلب على هذه المشاكل استحدثت وسائل يمكن بواسطتها إطاله مدى قياس هذه الأجهزة دون الحاجة إلى تغيير مكوناتها الداخلية ، بحيث يصلح الجهاز الواحد لقياس أكبر عدد من القيم المتباعدة فتصنع الأمبيرومترات مثلا بحيث يكون لها أكثر من مدى للقياس ولإطالة مدى قياس الأجهزة نستخدم إحدى الوسائل الآتية :ـ

١ ـ مجزئات التيار (تصلح لكل من دوائر التيار المستمر والمتغير) .

٢ ـ مضاعفات الجهد (تصلح لكل من دوائر التيار المستمر والمتغير) .

٣ ـ محولات القياس (محولات الجهد والتيار وهى تصلح لدوائر التيار المتغير فقط) .

(٤ ـ ٨ ـ ١) مجزئات التيار واستخدامها فى مضاعفة مدى الأمبيرومتر :

عند قياس شدة التيار المار فى دائرة فإن جهاز الأمبير متر يوصل على التوالى مع هذه الدائرة كما فى شكل (٤ ـ ١٦) وذلك حتى يكون تيار الدائرة هو التيار المار فى الأمبيرمتر ، ويجب أن تكون المقاومة الداخلية للأمبير متر صغيرة وذلك حتى يكون هبوط الجهد فى جهاز الامبير متر صغيراً حتى لا يؤثر على جهد الدائرة وأيضا لكى تكون القدرة المفقودة فى الجهاز صغيرة (القدرة = مربع شدة التيار × المقاومة) .

ويمكن جعل المقاومة الداخلية للأمبير متر صغيرة عن طريق جعل الملف بجهاز الامبير متر مكون من عدد قليل من اللفات ومن سلك ذو مقطع سميك .

ويمكن استخدام جهاز أمبير متر بحيث يكون له أكثر من مدى للقياس وبدون تغيير مكوناته الداخلية بتوصيل مجزئات للتيار ، ويطلق اسم مجزىء التيار على تلك المقاومة ذات القيمة الصغيرة التى توصل على التوازى مع الأمبير متر لزيادة مدى قياسه وشكل (٤ ـ ١٧) يوضح مجزىء تيار حيث يوصل المجزىء على التوالى مع الدائرة وعلى التوازى مع الأمبير متر ويمكن حساب مقاومة المجزىء من العلاقة :ـ

$$\text{م}_{\text{جـ}} = \frac{\text{م}_{\text{د}}}{\text{ن} - ١} \qquad (٤ - ٣)$$

حيث م جـ = مقاومة المجزىء

م د = المقاومة الداخلية لجهاز الامبير متر

ن = النسبة بين التيار المطلوب قياسه وتيار الامبير متر

$$= \frac{\text{س}}{\text{س}_{١}}$$

مثال: اذا كان لدينا جهاز امبير متر بملف متحرك يمكن أن يزود بمجزىء تيار وكان مدى القياس بهذا الجهاز ٠,١ أمبير عند الانحراف الأقصى للمؤشر وكانت مقاومة ملفاته هى ٥ أوم أحسب قيمة مقاومة مجزىء التيار الواجب توصيلها على التوازى بالجهاز لقياس تيار شدته ١٠٠ أمبير بنفس الجهاز.

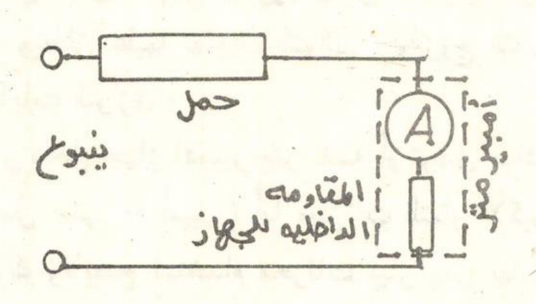
الحل ، المعطيات س ١ = ١و٠ أمبير ، م د = ٥ أوم ، س = ١٠٠ أمبير

المطلوب م حـ = ؟

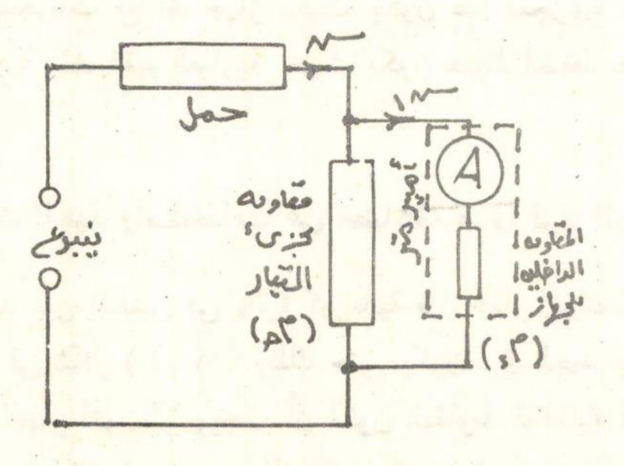
$$\text{ن} = \frac{\text{س}}{\text{س}_1} = \frac{١٠٠}{١} = ١٠٠٠$$

$$\text{مقاومة المجزىء} = \text{م حـ} = \frac{\text{م ن}}{\text{ن} - ١}$$

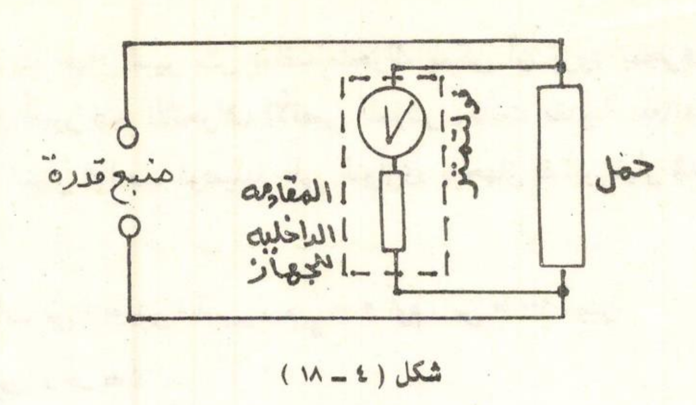
$$= \frac{٥}{١٠٠٠ - ١} = \frac{٥}{٩٩٩} = ٠٠٥٠٠٥\text{ر}٠ \text{ أوم تقريبا}$$



شكل (٤ ـ ١٦)



شكل (٤ ـ ١٧)



شكل (٤ ـ ١٨)

تصنيع مجزئات التيار

تصنع مجزئات التيار من سبيكة المنجانين وهى سبيكة تتكون من ٨٦ ٪ نحاس ، ١٢ ٪ منجنيز، ٢ ٪ نيكل وتتميز هذه السبيكة بصفر معامل المقاومة الحرارى لها ، الأمر الذى يساعد على ثبات مقدار المقاومة مع أجهزة القياس الكهربية الدقيقة ومن المميزات الأخرى للمنجانين انخفاض القوة الدافعة الكهربية الحرارية التى تظهر عند تلامسه مع النحاس .

وتصنع مجزئات التيار على شكل قضبان لها زوجان من النهايات الزوج الاول يستخدم لدخول وخروج التيار من المجزىء ويطلق عليها نهايات التوالى . والزوج الثانى يستخدم لتوصيل جهاز الامبير متر ويطلق عليها نهايات التوازى .

قد تركب مجزئات التيار داخل جهاز الامبير متر نفسه أو توصل مباشرة بنهايات جهاز الأمبير متر (فى حالة مجزئات تعمل حتى ٥٠ أمبير) أما مجزئات التيار الأكبر من ذلك فتوصل بجهاز الأمبير متر عن طريق أسلاك ولايصح استخدام مجزئات تيار يمر بها أكثر من ١٠٠٠ امبير لزيادة الفقد بها .

ومجزئات التيار الخارجية قد تكون خاصة بكل جهاز وقد يكون لها قيم عيارية وفى الحالة الأخيرة تستعمل هذه المجزئات مع أى جهاز بحيث يكون هذا المجزىء مناسبا لمدى القياس ، وتصنع المجزئات الخارجية ذات القيم العيارية بحيث يكون هبوط الضغط على طرفيها فى حدود ٧٥ ميللى فولت .

(٤ ـ ٨ ـ ٢) مضاعفات الجهد واستخدامها فى مضاعفة مدى فرق الجهد :

عند قياس فرق الجهد بين نقطتين فى دائرة كهربائية فإن جهاز الفولتمتر يوصل على التوازى مع هاتين النقطتين كما فى شكل (٤ ـ ١٨) وذلك حتى يكون فرق الجهد بين النقطتين هو نفسه فرق الجهد بين طرفى جهاز الفولتمتر ويجب أن تكون المقاومة الداخلية لجهاز الفولتمتر كبيرة وذلك حتى يكون التيار المار فيها صغير وبذلك تكون القدرة المفقودة فيها صغيرة ويمكن جعل هذه المقاومة كبيرة بلف الملف بالجهاز بعدد كبير من اللفات ومن سلك ذو مقطع رفيع .

ويمكن استخدام جهاز ڤولتمتر بحيث يكون له أكثر من مدى للقياس وذلك بأستعمال مضاعفات الجهد ويطلق إسم مضاعفات الجهد على المقاومة ذات القيمة الكبيرة التى توصل على التوالى مع الفولتمتر لزيادة مدى قياسه . وشكل (٤ ـ ١٩) يوضح كيفية توصيل مضاعف الجهد على التوالى مع الڤولتمتر ويمكن حساب قيمة مضاعف الجهد من العلاقة :

$$م_م = م_د \, (ع - ١) \quad \cdots\cdots \quad (٤ - ٤)$$

حيث $م_م$ = مقاومة مضاعف الجهد

$م_د$ = المقاومة الداخلية لجهاز الفولتمتر

ع = النسبة بين الضغط المطلوب قياسه وضبط الجهاز .

$$= \frac{ص}{ص_١}$$

مثال ٣ : جهاز قياس بملف متحرك مقاومة ملفاته ٥٠٠ أوم أقصى انحراف فيه يتم عند قياس فرق جهد قيمته ١٠٠ ميللى ڤولت . إوجد قيمه المقاومة المضاعفة المطلوب توصيلها على التوالى بالجهاز حتى يمكن بواسطته قراءة فرق جهد بين نقطتين فى دائرة كهربائية تصل قيمته إلى ٦ ڤولت .

الحل : المعطيات ص = ٦ فولت ، $م_م$ = ٥٠٠ أوم ، $ص_١$ = ١٠٠ مللى فولت المطلوب $م_د$ = ؟

$$ع = \frac{ص}{ص_١} = \frac{\text{٦ فولت}}{\text{٠,١ فولت}} = ٦٠$$

مقاومة مضاعف الجهد = $م_م = م_د (ع - ١)$ = ٥٠٠ (٦٠ ـ ١)

= ٥٠٠ × ٥٩ = ٢٩٥٠٠ أوم

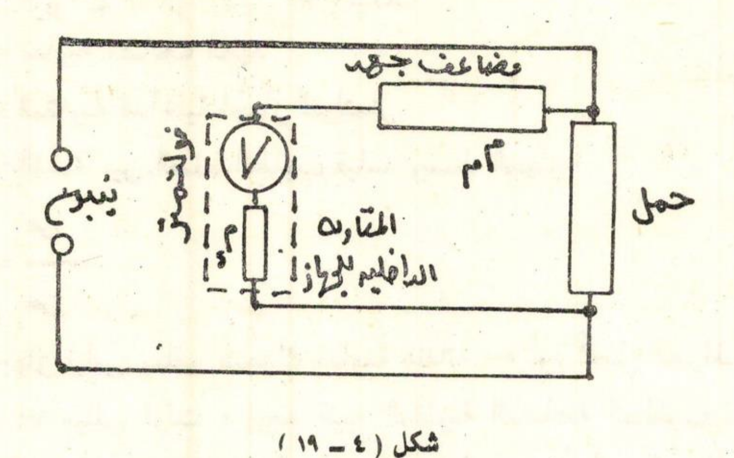
= ٢٩,٥ كيلو اوم

تصنيع مضاعفات الجهد :

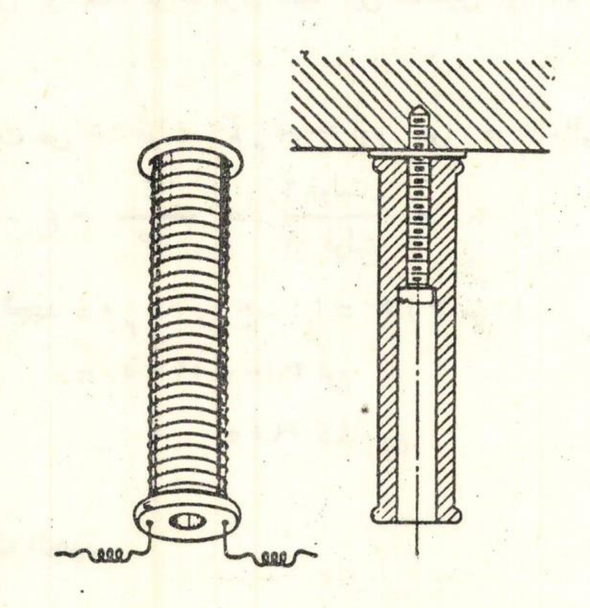
تصنع المقاومات المضاعفه عادة من المنجانين إذ يلف بسلك معزول من المنجانين على بكرات أو ألواح مصنوعة من مادة عازلة (مثل الخزف واللدائن أو الميكا أو الصينى) كما هو مبين بشكل (٤ ـ ٢٠) وتصنع المقاومات المستخدمه فى دوائر التيار المستمر من ملفات فردية .

أما المقاومات المضاعفة المستخدمة فى دوائر التيار المتغير فتصنع من ملفات ثنائية للحصول على مقاومة غير حثيه حتى لاتتأثر دقة الجهاز بتغير التردد وتكون مقاومة مضاعفة الجهد أما من الطراز الداخلى أو الطراز الخارجى .

ويوضع مضاعف الجهد فى مؤخرة الجهاز بمعزول خاص بحيث لا تؤثر المجالات المغناطيسية الناتجة منه على قراءة الجهاز أما مضاعفات الجهد الخارجية فتصنع كملحقات مستقله توضع فى صندوق منفصل وتكون مضاعفات الجهد عيارية عامة يمكن استخدامها مع أى جهاز ، وإما تكون مضاعفات الجهد خاصة تحت معايرتها مع الأجهزة المستخدمة معها فقط ولا يصح استخدامها مع أى أجهزة أخرى.



شكل (٤ ـ ١٩)



شكل (٤ ـ ٢٠)

ملخص لأهم عناصر الباب الرابع

ـ الجلفانومتر ، جهاز يستخدم لقياس شدة التيار أو الجهد أو أية كمية كهربائية ذات قيمة متناهيه فى الصغر .

ـ قنطرة وينستون ، تستخدم لتعيين مقاومة مجهولة .

ـ الأمبيرمتر ، هو جهاز القياس الذى يوصل بالتوالى بالدائرة الكهربية لقياس شدة التيار .

ـ جهاز الأممتر ، هو جهاز لقياس المقاومة قياسا مباشرا بواسطة مؤشر يتحرك على مقياس مدرج بالأوم .

ـ جهاز الميجر (الميجا أوممتر) ، هو جهاز لقياس المقاومات الكبيرة والتى تقدر قيمتها بالميجا أوم كما يستعمل لاختبار مقاومات العزل للدوائر الكهربائية المختلفة .

ـ جهاز الافومتر ، هو جهاز لقياس كل من الضغوط والتيارات المستمرة والمترددة والمقاومات .

ـ جهاز الأمبير متر كماشة ، جهاز لقياس شدة التيارات الكبيرة بدون فك الأسلاك والقضبان ويستعمل فقط مع دوائر التيار المتردد .

ـ مجزىء التيار ، هى مقاومة ذات قيمة صغيرة توصل على التوازى مع الأمبير متر لزيادة مدى قياسه .

ـ مضاعف الجهد ، هى المقاومة ذات القيمة الكبيرة التى توصل على التوالى مع الفولتمتر لزيادة مدى قياسه .

أسئلة للمراجعة

١ ـ اكمل العبارات الآتية بالكلمات المناسبة ـ

أ ـ ...... جهاز يستخدم لقياس شدة التيار أو الجهد أو كميه كهربائية متناهية فى الصغر .
ب ـ الأمبيرمتر هو جهاز القياس الذى يوصل ...... بالدائرة الكهربيه لقياس ....
حـ ـ ...... هو جهاز لقياس كل من الضغوط والتيارات المستمرة والمتغيرة والمقاومات .
د ـ مجزىء التيار هى ...... ذات القيمة .... التى توصل على .... مع .... لزيادة مدى قياسه .

٢ ـ ضع علامة (✓) أمام العبارات الصحيحه وعلامة (×) أمام العبارات الخطأ ثم صحح العبارات الخطأ .

أ ـ الفولتمتر هو جهاز القياس الذى يوصل بالتوالى بالدائرة الكهربيه لقياس شدة التيار .
ب ـ الأفومتر هو جهاز لقياس المقاومة قياسا مباشرا بالأوم .
حـ ـ جهاز الأمبيرمتر كماشه هو جهاز لقياس شدة التيارات الكبيرة فى دوائر التيار المتغير .
د ـ مضاعف الجهد هى المقاومة ذات القيمة الصغيرة التى توصل على التوالى مع الأمبيرمتر لزيادة مدى قياسه .

٣ ـ الشكل (٤ ـ ١٥) يوضح تركيب جهاز الأمبيرومتر كماشة والمطلوب :

أ ـ كتابة أسماء الأجزاء المرقمة بالشكل .
ب ـ نظرية التشغيل .

٤ ـ ماهى استعمالات الجلفانومترات ؟
٥ ـ الشكل (٤ ـ ١) يوضح تركيب جهاز جلفانومتر والمطلوب :

أ ـ كتابة أسماء الأجزاء المرقمة بالشكل .
ب ـ نظرية التشغيل .

٦ ـ إرسم كوبرى وينستون ثم أذكر ـ

أ ـ استخدامها .
ب ـ تركيبها .
حـ ـ أكتب القانون المستخدم فى ذلك .

٧ ـ مقاومات الأذرع فى قنطرة وينستون مأخوذة فى ترتيب دائرى هى ١٠٠٠ ، ١٠ ، ٢٠٠ ، س أوم وقد شوهد أن جهاز الجلفانومتر يقرأ صفرا ٠ احسب قيمه المقاومة س .

٨ ـ علل كلا مما يأتى :

أ ـ صغر المقاومة الداخلية لجهاز الأمبيرمتر .

ب ـ كبر المقاومة الداخلية لجهاز الڤولتمتر .

٩ ـ إرسم دائرة بها ينبوع كهربى وحمل متصل بها جهاز أمبير متر لقياس شدة التيار وجهاز ڤولتمتر لقياس فرق الجهد بين طرفى الحمل .

١٠ ـ إرسم شكل توضيحى يوضح تركيب جهاز الأوممتر مع بيان كيفية عمله وتركيبه ٠

١١ ـ إرسم شكل توضيحى يوضح تركيب جهاز الميجر مع بيان كيفيه عمله ٠

١٢ ـ عند استعمال جهاز الميجر اذكر دلالة كل من :ـ

أ ـ قراءته أكثر من ٥, ميجاأوم .

ب ـ قراءته صفر أوم :

١٣ ـ ماهى القواعد الواجب مراعتها عند استخدام جهاز الأڤومتر .

١٤ ـ كيف يمكن استعمال جهاز الأڤومتر لاختبار موحد سليكون أو ثنائى جرمانيوم ؟

١٥ ـ ماهى مميزات جهاز الأڤومتر ؟

١٦ ـ اذكر مع الرسم كيف يمكن استخدام أجهزة القياس بحيث يكون لها أكثر من مدى قياس .

أ ـ أمبير متر .

ب ـ ڤولتمتر .

١٧ ـ إذا كان لدينا جهاز أمبير متر بملف متحرك يمكن ان يزود بمجزىء تيار وكان مدى القياس بهذا الجهاز ٥, امبير عند الانحراف الأقصى للمؤشر ٠ وكانت مقاومة ملفاته هى ١٠ أوم ٠ احسب قيمه مقاومة مجزىء التيار الواجب توصيلها على التوازى بالجهاز لقياس تيار شدته ٥٠ أمبير .

١٨ ـ جهاز قياس بملف متحرك مقاومة ملفاته ٢٠٠٠ أوم وأقصى إنحراف فيه يتم عند قياس فرق جهد قيمته ٥٠ فولت ٠ إوجد قيمه المقاومة المضاعفة المطلوب توصيلها على التوالى بالجهاز حتى يمكن بواسطته قراءة فرق جهد بين نقطتين فى دائرة كهربية تصل قيمته الى ٢٥٠ فولت .

١٩ ـ أذكر السبيكة التى يصنع منها كل من مجزىء التيار ومضاعف الجهد وماهى مميزاتها ٠

قائمة المراجع المستعان بها

اولا : المراجع العربية :

١ ـ موسوعه التكنولوجيا ، الأجهزة ...... وكيف تعمل ؟ دار المعارف .

٢ ـ القياسات وأجهزة القياس الكهربائية . الأسس التكنولوجية .

٣ ـ د . منصور محمد حسب النبى ، الكهربية والمغناطيسيه لطلاب الجامعات والمعاهد العليا .

٤ ـ ولهلم بلاتسهايم . ترجمة د . مصطفى المرعشلى . الآلات وأجهزة القياس الكهربية .

٥ ـ كاساتكين ترجمة د . رأفت القوصى . مبادىء الهندسة الكهربائية .

٦ ـ هاينزجراف ، التركيبات الكهربائية . الأسس التكنولوجية .

٧ ـ هاينزجراف ، أساسيات الهندسة الكهربائية جزء أول الأسس التكنولوجية .

٨ ـ هاينزجراف ، أساسيات الهندسة الكهربائية جزء ثان الأسس التكنولوجيه .

ثانيا : المراجع الاجنبية :

1 -- V.Popov : Electrical Measurements.

2 -- N. livshits, B. teleshevsky : Radio Meacurements.

3 -- E.W. Golding Electrical Measurements and Measuring Insthuments

4 -- Rolf A. Mayer : Technical Mathenatics For the Electric Trad .

5 -- H. Cotton : Electrical Technoloyy.

6 -- M. Kuznesov : Fundamentals of Electrical Engineering .

7 -- B. m. Tareev : Materials For Electrical Engineering .

الفهـــرس

الموضوع		رقم الصفحة

رقم الايداع ٩٣٩٨ / ٩٢
الترقيم الدولى ٥ - ٦٣٣٩ - ٠٦ - ٩٧٧ ISBN

مؤسسة دار التعاون للطبع والنشر

- العلم هو الوسيلة الوحيدة التى يرتفع بها شأن الانسان الى مراتب الكرامة والشرف.
- نحن أمة لها مستقبل ... بعقول أبنائها وقوة سواعدهم.
- التدخين عادة سيئة، تدمر الصحة، وتبدد المال.
- من دعائم الديمقراطية أن تعبر عن رأيك فى حرية تامة، وتحترم أيضاً حرية الآخرين فى التعبير عن آرائهم.
- ليس بالحفظ والاستظهار تحظى بالتفوق ... ولكن بالفهم والتحليل والتطبيق تزداد معارفك، وتنمو قدراتك.
- نظافة البيئة وحفظها من التلوث، مسئوليتنا جميعاً، وواجهة لحضارتنا العريقة.
- المحافظة على الأجهزة والآلات فى موقع عملك ... واجب دينى وقومى قبل أن يكون من واجبات المهنة.
- الحرص والتأكد من استعمال الآلات بصورة صحيحة ... تقيك من مخاطر العمل.
- لاتترك الماكينة بدون ملاحظة أثناء عملها ... واحترس من تنظيفها أثناء دورانها.
- قوة الملاحظة والانتباه وسرعة البديهة ... تجنبك الاخطاء والاخطار قبل الوقوع فيها.
- تتحقق لك السلامة والامان بالتدريب الجيد وتنفيذ تعليمات الأمن الصناعى.

طبعة ١٩٩٣ - ١٩٩٤م

مؤسسة دار التعاون للطبع والنشر